

T/CCAATB

中国民用机场协会团体标准

T/CCAATB XXXX—2024

民用机场跨座式单轨交通旅客捷运系统建设 与验收规范

Code for construction and acceptance of cross seat monorail passenger
rapid transit systems in civil airports

2024 - 6 - 30 发布

2024 - X - XX 实施

中国民用机场协会 发布

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	3
4 总体要求	4
5 车辆	5
6 轨道梁桥	9
7 道岔设备	14
8 车站与运维中心结构工程	19
9 运维中心工艺设备	21
10 低压配电系统	24
11 给排水系统	24
12 通风与空调系统	25
13 供电工程	25
14 通信系统	30
15 信号系统	37
16 中央调度系统	42
17 火灾自动报警系统	45
18 智能运维	47
19 站台屏蔽门	50
20 线路防护	53
21 装饰与装修工程	55
22 环境保护	57
23 防灾与救援	59
24 综合联调	62
25 试运行	67
25.1 一般要求	67
附录 A	69
附录 B	76

前 言

本文件按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国民用机场协会提出。

本文件由中国民用机场协会归口。

本文件起草单位：重庆机场集团有限公司、重庆单轨交通工程有限责任公司、重庆交通大学、重庆中车长客轨道车辆有限公司、北京和利时系统工程有限公司、重庆机电控股集团机电工程技术有限公司、重庆华渝重工机电有限公司、中国建筑西南设计研究院有限公司、重庆市轨道交通设计研究院有限责任公司、重庆赛迪工程咨询有限公司

本文件主要起草人：黄伟、张明进、杜子学、宋永学、邹密、姚杰、陈强、陈德超、李秀江、黄祖鑫、赵元鑫、杨震、张洋、王舜、杨绪杰、莫骄弟、周小辉、陈建广、郭荣杰、薛亮、秦斯维、宣玉堂、钟文胜、刘威、张志敏、段龙、刘伟、李晓庚、朱鹏、巨邦盛、赵晓波、刘藜、冉海燕。

本文件为首次发布。

民用机场跨座式单轨旅客捷运系统建设与验收规范

1 范围

本文件规定了与民用机场跨座式单轨旅客捷运系统建设相关的总体、车辆、轨道梁桥等十九个方面的要求。

本文件适用于民用机场跨座式单轨旅客捷运系统的建设,用于指导民用机场跨座式单轨旅客捷运系统的建设与验收工作,作为审查工程项目初步设计、监督检查整个建设过程、建设标准实施和项目后评价的依据,也可以作为国内机场跨座式单轨旅客捷运系统项目建议书、可行性研究报告编制、评估和审批的参考依据。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本版本。

- GB 3096 《城市区域环境噪声标准》
- GB 5031 《综合布线系统工程设计规范》
- GB 5599 《铁道车辆动力学性能评定和实验鉴定规范》
- GB 5749 《饮用水卫生标准》
- GB 8702 《电磁环境控制限值》
- GB 8978 《污水综合排放标准》
- GB10071 《城市区域环境振动测量方法》
- GB50016 《建筑设计防火规范》
- GB 50054 《低压配电设计规范》
- GB 50147 《电气装置安装工程高压电器施工及验收规范》
- GB 50150 《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》
- GB 50157 《地铁设计规范》
- GB 50169 《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》
- GB 50140 《建筑灭火器配置设计规范》
- GB 50204 《混凝土结构工程施工质量验收规范》
- GB 50205 《钢结构工程施工质量验收规范》
- GB 50210 《建筑装饰装修工程质量验收标准》
- GB 50217 《电力工程电缆设计规范》
- GB50222 《建筑内部装修设计防火规范》
- GB50231 《机械设备安装工程施工及验收通用规范》
- GB 50242 《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》
- GB 50268 《给水排水管道工程施工及验收规范》
- GB 50274 《制冷设备、空气分离设备安装工程施工及验收规范》
- GB 50278 《起重设备安装工程施工及验收规范》

- GB 50299 《地下铁道工程施工及验收规范》
- GB 50300 《建筑工程施工质量验收统一标准》
- GB 50303 《建筑电气工程施工质量验收规范》
- GB 50312 《综合布线工程验收规范》
- GB 50343 《建筑物电子信息系统防雷技术规范》
- GB 50382 《城市轨道交通通信工程质量验收规范_市政规范》
- GB 50601 《建筑物防雷工程施工与质量验收规范》
- GB 50614 《跨座式单轨施工及验收规范》
- GB 50666 《混凝土结构工程施工规范》
- GB 50755 《钢结构工程施工规范》
- GB 50911 《工程监测技术规范》
- GB 50974 《消防给水及消火栓系统技术规范》
- GB 51210 《建筑施工脚手架安全统一技术标准》
- GB 51251 《建筑防烟排烟系统技术标准》
- GB 5226.1 《机械电气安全机械电气设备第1部分通用技术条件》
- GB 50243 《通风与空调工程施工质量验收规范》
- GB 55036 《消防设施通用规范》
- GB 55037 《建筑防火通用规范》
- GB 55020 《建筑给水排水与节水通用规范》
- GB 55015 《建筑节能与可再生能源利用通用规范》
- GB 50261 《自动喷水灭火系统施工及验收规范》
- GB 50263 《气体灭火系统施工及验收规范》
- GB/T 3077 《合金结构钢》
- GB/T 3314 《内燃机车通用技术条件》
- GB/T 11352 《一般工程用铸造碳钢件》
- GB/T 11345 《焊缝无损检测超声检测技术、检测等级和评定》
- GB/T 14405 《通用桥式起重机》
- GB/T 12758 《城市轨道交通信号系统通用技术条件》
- GB 14554 《恶臭污染物排放标准》
- GB / T 21563 《轨道交通机车车辆设备冲击和振动试验》
- GB/T 22239 《信息安全技术—网络安全等级保护基本要求》
- GB/T 24338 《轨道交通电磁兼容》
- GB/T 32595 《铁道客车及动车组用电器控制柜》
- GB/T 37531 《跨座式单轨交通单开道岔》
- GB/T 50308 《城市轨道交通工程测量规范》
- GB/T 50458 《跨座式单轨交通设计标准》
- GB/T 50578 《城市轨道交通信号工程施工质量验收规范》
- GB/T 50636 《城市轨道交通综合监控系统工程技术标准》
- GB/T 50661 《钢结构焊接规范》
- CJ/T 287 《跨座式单轨交通车辆通用技术条件》
- CJ/T 416 《城市轨道交通车辆防火需求》
- JGJ 82 《钢结构高强度螺栓连接技术规程》
- CJ/T 236 《城市轨道交通站台屏蔽门》
- CJJ 183 《城市轨道交通站台屏蔽门系统技术规范》

CJJ/T 305 《跨座式单轨交通限界标准》
 CCJJ/T 233 《城市桥梁检测与评定技术规范》
 CJJ2 《城市桥梁工程施工与质量验收规范》
 JGJ 82 《钢结构高强度螺栓连接技术规程》
 NB/T 47013.3 《承压设备无损检测 超声波》
 HJ 453 《环境影响评价技术导则城市轨道交通》
 MH/T 7003 《民用运输机场安全保卫设施》
 TB/T 2615 《铁路信号故障—安全原则》
 TB/T 2073 《电气化铁道接触网零部件通用技术条件》
 TB/T 2074 《电气化铁道接触网零部件试验方法》
 TB/T 3034 《机车车辆电气设备电磁兼容性试验及其限值》
 TB 10421 《铁路电力牵引供电工程质量评定验收标准》
 T/CAMET 11001 《智慧城市轨道交通信息技术架构及网络安全规范》
 T/CAMET 11002 《城市轨道交通云平台构建技术规范》
 T/CCATB 007 《民用基础旅客服务质量》

3 术语和定义

GB 50157、GB/T 50833、CJJ/T 277、MH/T 5002、IB-CA-2019-01等文件界定的以及下列术语和定义适用于本文件，为便于使用，本文件重复列出了部分术语。

3.1 机场跨座式单轨旅客捷运系统 **airport Straddled Monorail Passenger Rapid Transit System**

按机场运行需求在机场陆侧、空侧、航站楼提供旅客运输服务，采用跨座式单轨车辆，具有独立路权的自动化交通系统。[来源：MH/T 5002—2020，2.1.25，有修改]

3.2 空侧 **airside**

一般出现在机场控制区，空侧指飞行器区域，机场内旅客和其他公众不能自由进入的地区。[来源：IB-CA-2019-01，2.1.10]

3.3 陆侧 **landside**

机场内旅客和其他人员可以自由进入的地区。[来源：IB-CA-2019-01，2.1.11，有修改]注：对候机建筑物而言，通常以登机旅客的安全检查口为界。

3.4 跨座式单轨车辆 **straddled monorail vehicles**

骑跨在轨道梁上可编入列车的单节动车或拖车。（来源：CJ/T287—2008，3.1）

3.5 灵活编组 **Flexible Coupling**

根据运输能力调整的需要，通过自动重联/解编或虚拟连挂技术手段，在线改变列车的编组数量。

3.6 限界 **gauge**

限定车辆运行及轨道区周围构筑物超越的轮廓线，分车辆限界、设备限界和建筑限界。[来源：GB 50157—2013，2.0.6]

3.7 轨道梁桥 guideway girder bridge

轨道梁与直接支承轨道梁的桥墩、台及基础组成的桥梁体系。[来源：GB 50458—2022，2.0.10]

3.8 预制混凝土轨道梁 Precast Concrete Track Beam

跨座式单轨交通系统中梁桥体系的重要组成部分，承载列车荷重和车辆运行导向的梁体结构，也是供电、信号、通信等缆线的载体，通常采用工厂化生产的预应力混凝土，简称PC轨道梁。

3.9 跨座式单轨道岔 straddled monorail turnout

使跨座式单轨车辆从不同轨道上转换行驶的线路连接设备，按道岔梁的结构不同可分为关节型单轨道岔、关节可挠型单轨道岔、换梁型单轨道岔、枢轴型单轨道岔和平移型单轨道岔。[来源：GB/T 37531—2019，3，有修改]

3.10 全自动运行模式 fully automatic operation mode

采用全自动运行技术情况下，在信号系统常规驾驶模式上新增的一种驾驶模式，可实现无司机（有人值守）列车运行（简称DTO）或无人值守列车运行（简称UTO）。在相应模式下，可实现列车上电、自检、段内行驶、正线区间行驶、车站停车及发车、端站折返、列车回段、休眠断电、洗车等全过程自动控制。

3.11 航班联动 Flight Collaboration

机场捷运系统与机场信息集成系统通过接口信息交互，实现捷运车辆航班信息显示、运力与机场航班客流动态匹配等功能。

4 总体要求

4.1 机场跨座式单轨旅客捷运系统（以下均简称“捷运系统”）的规划和设计应与航站楼规划相协调，设计、施工全过程应以安全、智能、绿色为准则。

4.2 捷运系统的规划设计应结合《跨座式单轨交通设计标准》，并符合《民用机场旅客服务质量》T/CCAATB0007。

4.3 捷运系统应在满足功能需求且技术可行的前提下，控制成本、因地制宜，选择合理的敷设方式。

4.4 捷运系统应采用全封闭路权，并设置必要的围蔽或安防措施，满足MH/T 7003对机场安全保卫和运行安全的相关规定。

4.5 捷运系统线路的设计应根据机场总体规划条件，与航站楼、停机坪、内部道路及其绿化隔离带布局相协调；线路与建筑物的距离，应结合行车安全、防灾、环境保护、景观等要求综合确定。

4.6 捷运系统的服务质量应满足T/CCAATB 0007的要求，车厢站立区站里密度应按 $3\sim 4$ 人/ m^2 定员设计运输能力；最大运行间隔不宜大于5 min（间隔时间可调）；捷运系统宜具备全自动运行功能，最大设计能力应满足行车密度不小于20对/h。

4.7 捷运系统的车辆限界、设备限界和建筑限界应按GB 50458及CJJT30进行验算和设计。

- 4.8 捷运系统的运营必须在能够保证所有使用该系统的人员和乘客，以及系统设施安全的情况下实施。
- 4.9 捷运系统的列车运行模式宜采用灵活编组进行设计。
- 4.10 捷运系统的轨道结构全线部件型式宜统一，轨道零部件宜采用通用部件，在满足轨道功能的前提下，结构应简单，便于养护维修。
- 4.11 捷运系统的主体结构工程，以及因结构损坏或大修对机场捷运系统运营安全有严重影响的其它结构工程的设计使用年限应不低于 100 年，钢结构构件的设计工作年限应不低于 50 年。
- 4.12 捷运系统的轨道梁采用钢筋混凝土结构时，混凝土强度等级应符合设计要求。
- 4.13 捷运系统的通信系统宜与机场整体通信系统统筹设计。
- 4.14 捷运系统的车站和运维中心应设置独立的消防及监控系统，并与航站楼消防系统联动。
- 4.15 捷运系统的信号等机电系统宜集成化设计，可采用控制中心级、现场级两级控制模式，一般情况下不设车站级控制。
- 4.16 捷运系统的控制中心宜与车辆基地合设，车辆基地选址应符合机场总体规划，宜临近正线设置。
- 4.17 捷运系统车辆基地的规模应结合项目需求和维保模式综合考虑，车辆和设施设备大修宜利用当地社会资源，减少机场捷运系统的专业化设备和人员配置，优化车辆基地建设规模。
- 4.18 捷运系统的车辆基地可不单独设试车线，当采用正线试车时，宜满足高速试车要求。
- 4.19 捷运系统的疏散方案应与航站楼设计统筹、协调，正线区间应设置疏散平台或通道。除道岔区外，疏散平台或通道应连续、无障碍，满足安全疏散需要。

5 车辆

5.1 一般规定

- 5.1.1 本章规定了捷运系统的车辆技术要求以及相关验收方法。
- 5.1.2 除应符合本标准规定外，车辆技术要求应符合《跨座式单轨交通车辆通用技术条件》CJ/T 287 的有关规定。
- 5.1.3 车辆应保障在设计使用期内正常运行时的行车安全和人身安全，同时应具备故障、事故和应急灾难情况下对人员和列车的救援条件。
- 5.1.4 车辆的设计应适应绿色双碳发展趋势，牵引动力宜采用新能源装置。
- 5.1.5 车辆主要技术参数宜按表 5.1.5 选定。

表 5.1.5 车辆主要技术参数

项目名称	机场捷运车辆
车钩连接面间长度 (mm)	≤16000

车体长度 (mm)		≤15300
车顶距轨道梁顶面高度 (mm)		≥3370
车辆总高度 (mm)		4715mm≤车辆总高度≤5300mm
客室内净高 (mm)		≥2100
车辆宽度 (mm)		≤2980
客室地板面距轨道梁顶面高度 (mm)		1080~1130
车钩中心距轨道梁顶面高度 (mm)		760
每辆车客室门数 (对)		≤3
客室门有效开度 (mm)		≥1400
客室门洞高度 (mm)		≥1820
载员 (人)	座席	≥4
	定员 (3 人/m ² 计)	≥112
	超员 (6 人/m ² 计)	≥220
车轴数		4
轴重 (t)		≤11
车辆构造速度 (km/h)		≥88
最高运行速度 (km/h)		≤80
启动加速度 (m/s ²)		≥1.0m/s ²
紧急制动减速度 (m/s ²)		≥1.25m/s ²
常用制动减速度 (m/s ²)		≥1.1m/s ²
冲击率极限 (m/s ³)		≤0.75m/s ³
爬坡能力 (%)		60
转向架中心距 (mm)		9600
导向轮轴距 (mm)		2500
走行轮自由直径 (mm)		968/1006
导向轮自由直径 (mm)		730
稳定轮自由直径 (mm)		730

注：1) 计算轴重时按乘客人均质量为 60kg 计算。

2) 每平方米有效空余地板面积站立的人数按 3 人计，超员按 6 人计。

3) 应设置特殊人员专用位置。

4) 计算车辆的总定员数时，有效站立面积按客室地板面积减去座椅垂向投影面积和投影面积前 250mm 内高度不小于 1800mm 的面积计算，每个座椅面积按 450mm×550mm 计算。

5.1.6 车辆运行的客室平稳性要求参考《铁道车辆动力学性能评定和试验鉴定规范》GB5599，平稳性指标不应大于 2.5。

5.1.7 列车空调装置应采用集中控制方式，并确保制冷效果及乘客舒适性的要求，人均新风量按定员人数计不应少于 10m³/h。

5.1.8 车厢内部噪声在车辆以 60km/h 的速度运行时，客室内的允许噪声不应超过 75dB(A)。

5.1.9 车辆外部的噪声，当列车在露天地面水平直线区段自由声场内，以 60km/h 速度运行时，测得的连续等效噪声值不应大于 75dB (A)。

5.1.10 车辆使用条件应符合下列要求：

1) 环境条件:

- (1) 正常工作海拔一般不应超过1200m。
- (2) 环境温度应在-25℃至40℃之间。
- (3) 最大相对湿度不应大于90%（月平均温度为25℃时）。
- (4) 车辆应能承受风、沙、雨、雪的侵袭，且能防止虫蛀、啮齿类动物及霉变的侵害，以及不受洗车清洁剂的影响。

2) 线路条件:

- (1) 最大坡度不应大于60‰。
- (2) 最小平面曲线半径不应小于50m。
- (3) 竖曲线半径不应小于1000m。
- (4) 最大坡度为60‰的大坡道坡段长度不应超过500m；当超过500m时，应核查车辆的编组及其牵引和制动性能。

5.1.11 轨道梁宽度宜采用 850mm。

5.1.12 车辆主体结构和转向架构架设计寿命不应小于 30 年。

5.1.13 车辆应具有通过线路最小平面曲线半径 50m 的能力。当车辆通过最小平面曲线半径区段时，应能在此线路上进行正常的连挂作业。

5.1.14 列车宜设有航班联动功能，实现车辆与航班信息互通。

5.1.15 列车宜具有自动重联和解编功能。

5.2 车辆型式与列车编组

5.2.1 车辆类型和列车编组应根据客流预测、线路条件、环境条件及运营组织要求确定。

5.2.2 捷运系统列车编组可采用灵活编组。列车编组可采用动拖车混合编组或全动车编组形式。各动车、拖车可安装不同的设备，列车编组形式应根据满足牵引动力的要求和车下设备布置重量均衡的原则确定。

5.3 列车安全与应急设施

5.3.1 列车应设置列车运行自动防护装置和通信、广播、应急照明等安全设施。

5.3.2 列车应设置报警系统，客室内应设置乘客紧急报警装置，乘客紧急报警装置应具有乘务员或运营控制中心与乘客间双向通话功能。

5.3.3 客室车门系统应设置安全联锁，并应保证车速大于 5km/h 时不能开启、车门未全关闭时不能起动车。

5.3.4 列车内应配置便携式灭火器具及应急安全锤，安放位置应有明显标识并便于取用。灭火材料在灭火时产生的气体不应对人体产生危害。

5.3.5 列车可根据不同车型，采取纵向疏散、横向疏散、垂向疏散的应急救援方式。当列车端部不设置端门，以及正线区间不具有横向救援条件的区段，在客室门外侧应设置应急疏散中转平台。

5.3.6 列车应配备停放制动装置。停放制动的能力应满足列车超员（AW3）时在最大坡道上可靠停放。

5.3.7 列车牵引动力配置除应满足正常运行要求外，尚应满足故障运行和对故障列车进行救援的要求：

1) 当列车损失 1/4 的动力，在超员状态下，应能在正线的最大坡道上起动，并可运行到终点，清客后返回车辆基地。

2) 当列车损失 1/2 动力，在超员状态下，应能在正线的最大坡道上起动，并运行到邻近车站。

3) 一列空载状态的救援车应能将另一列相同编组停在正线最大坡道上处于超员状态的故障列车牵引或顶推通过最大坡道并运行至前方车站，清客后返回车辆基地。

5.4 车体

5.4.1 车体应采用轻型整体承载结构，承受最大纵向静压试验载荷不应小于 350kN。

5.4.2 车体强度计算应考虑 8 人/m² 站立标准下的载荷工况。

5.4.3 车体主体结构材料可采用铝合金、不锈钢或其他轻质高强材料。

5.4.4 车辆的结构材料应采用不燃性材料，内部设施应采用不燃材料或无卤、低烟的阻燃材料。车辆防火设计应符合现行行业标准《城市轨道交通车辆防火要求》CJ/T 416 的有关规定。

5.4.5 车体应设置接地或防漏电保护装置。

5.5 转向架

5.5.1 车辆转向架宜采用双轴转向架，宜采用无摇枕空气弹簧。

5.5.2 车辆转向架结构应由构架、走行轮、水平导向轮和水平稳定轮及传动装置等部件构成，结构和尺寸应与轨道梁相匹配，水平导向轮和水平稳定轮对轨道梁的压力应可调整。转向架相关部件在允许磨损限度内，应保证列车能以最高运行速度安全平稳运行。

5.5.3 每个走行轮和水平轮应有独立的胎压监测及失气报警装置，并应设有辅助走行装置。

5.5.4 车辆正常运营，走行轮寿命应不低于 1.5 年或 18 万 km，水平轮寿命应不低于 7 年或 70 万 km。

5.6 制动系统

5.6.1 列车的电制动与摩擦制动应能协调配合；常用制动应优先使用电制动，并应具有冲击率限制；当电制动不足时，摩擦制动应按总制动力的要求补充不足的制动力，电制动与摩擦制动应平滑转换。

5.6.2 制动系统应具有常用制动、紧急制动功能，列车在平直道上实施紧急制动时，应能在规定的距离内停车。

5.6.3 列车出现意外分离等严重故障影响列车安全时，应能立刻自动实施安全制动。

5.7 电气系统

5.7.1 当车辆采用牵引接触网受电方式时，应由安装于轨道梁侧面的正极接触轨受电，负极接触轨回流。供电的额定电压宜采用 DC1500V。

5.7.2 当车辆采用储能供电时，仅在库内和站点设置充电装置和充电轨，充电装置供电的额定电压宜采用 DC1500V，储能电容输出给车辆的额定电压宜采用 DC750V。

5.7.3 电气设备和牵引逆变器应采取可靠电噪声抑制措施。

5.7.4 牵引电机宜采用永磁同步电机，也可采用三相异步电机，并应采用低噪声冷却系统。

5.7.5 车辆的牵引及辅助系统的主保护应与牵引变电所保护相协调，并应在各种短路状态下能安全分断。主电路、辅助电路、控制电路应具有完整可靠的保护。各种保护的整定值、动作时间、动作程序的设定应正确无误，并应具有故障显示和故障切除功能。

5.7.6 当车辆采用牵引接触网受电方式时，车辆系统的再生制动能量应回馈至电网或由设于变电站的再生制动能量吸收装置吸收。当车辆采用储能供电时，再生制动能量应由车载储能装置吸收。

5.8 列车控制与网络

5.8.1 列车应装设列车自动控制(ATC)信号车载设备，可根据实际情况选择采用人工驾驶、有人值守的自动驾驶或无人值守的全自动运行模式。

5.8.2 列车全自动运行系统(FAO)应由信号系统、通信系统、供电系统、综合监控系统、站台屏蔽门等多系统融合。全自动运行列车应采用计算机网络技术、数字通信技术，系统构成应经济合理、安全可靠、易于扩展、操作方便、维修简便，车辆应具有自动唤醒、自检、自动休眠等功能。

5.8.3 列车应设有广播系统、无线通信系统、乘客信息系统。车内可设视频监视装置，广播系统可与无线通信系统连接。

5.8.4 列车控制宜采用硬线连接方式或网络通信方式，当采用列车网络通信控制时，牵引、制动等系统应有冗余控制措施。

5.9 工程验收

5.9.1 车辆在制造厂总装配完成后投入使用前，应参照《城市轨道交通车辆组装后的检查与试验规则》GB/T 14894 进行相关试验，试验合格后方可进行验收。

5.9.2 车辆验收前应全部进行例行试验，例行试验的结果与产品型式试验相符。

5.9.3 正式提交验收的车辆应有产品合格证书、型式试验报告、使用维护说明书和车辆履历簿等。

5.9.4 车辆型式试验和例行试验以后应进行试运行，型式试验车辆的试运行里程一般应满足 2000km~5000km。

6 轨道梁桥

6.1 一般规定

6.1.1 本章适用于捷运系统轨道梁桥工程的设计、施工及验收。

6.1.2 除本规范的规定外，轨道梁桥工程的设计、施工及验收应符合《跨座式单轨交通设计标准》GB/T 50458、《跨座式单轨交通施工及验收规范》GB 50614 及国家现行有关标准的规定。

6.1.3 轨道梁桥工程施工测量及监测应符合现行国家标准《城市轨道交通工程测量规范》GB/T 50308 和《城市轨道交通工程监测技术规范》GB 50911 的规定。

6.1.4 轨道梁桥工程应满足列车安全运营和乘坐舒适的要求。

6.1.5 轨道梁桥工程应满足安全可靠、功能合理、节能环保、经济适用和技术先进的要求。

6.1.6 轨道梁桥主体结构应按 100 年使用年限进行设计。

6.1.7 轨道梁桥结构除应满足规定强度、耐久性外，尚应有足够的竖向刚度、横向刚度、抗扭刚度，并保证结构的整体性和稳定性。

6.1.8 轨道梁桥工程各部位尺寸应满足跨座式单轨列车走行轮和水平轮的安装、走行要求，同时应满足道岔、疏散通道及其他系统设备在轨道梁上安装要求。

6.1.9 轨道梁墩台是连接相邻轨道梁桥跨结构，并将荷载传递到基础的构筑物，其设计、施工及验收应符合《跨座式单轨交通施工及验收规范》GB 50614 及国家现行有关标准的规定。

6.1.10 轨道梁桥工程中各部件应构造简洁、标准化，便于维护，同时应满足耐久性要求。

6.1.11 轨道梁桥工程中预埋件及预留孔道位置应准确，安装应牢固，安装精度应满足设计要求。

6.1.12 轨道梁桥安装精调完成后，轮迹带应连续、平直和圆顺。

6.1.13 轨道梁桥工程施工应编制施工技术安全专项方案，对于危大工程应组织专家论证后方可实施

6.2 PC 轨道梁

6.2.1 PC 轨道梁采用钢筋混凝土材料，其材料质量应符合《跨座式单轨交通施工及验收规范》GB 50614 中第 3.2 节的相关规定。

6.2.2 PC 轨道梁施工工艺应满足《跨座式单轨交通施工及验收规范》GB 50614 及现行国家标准的规定。

6.2.3 PC 轨道梁制作计划应满足 PC 轨道梁架设计划的需要，存放梁的顺序应满足架设顺序的要求。

6.2.4 PC 轨道梁应在预制工厂制作，运至现场安装。预制厂及存放场地应设置监测点，定期对制梁台座和存梁台座进行沉降监测。

6.2.5 PC 轨道梁吊装与存放

- 1) 吊装应采用专用的吊具，并应按设计文件规定的吊点进行吊装。
- 2) PC 轨道梁存放应符合下列规定：
 - (1) 存放场地应平整坚实，并有完善的排水系统。
 - (2) 存梁顺序应依据架设计划制定。

- (3) 存放梁的支点应符合设计文件相关要求。
- (4) 在梁存放过程中梁体的预埋金属件外露表面均应涂油防锈。
- (5) 吊装完成后，应使用配套的接缝板进行安装检查，合格后可用黄油封堵接缝板座螺孔。
- (6) 每榀梁均应按施工图设置桥铭牌，并应标明梁号、梁长、梁重、曲线半径及制造时间，梁号应为全线统一编号。
- (7) 应具有防止轨道梁及其附件损伤的措施。

6.2.6 与道岔的相邻 PC 轨道梁宜在道岔安装完成后架设。安全门、屏蔽门、站台板等设施设备的安装施工顺序，应为 PC 轨道梁吊装、运输提供足够条件。

6.2.7 PC 轨道梁运输与安装

1) PC轨道梁安装前应符合下列规定：

(1) 安装PC轨道梁的墩台支座预埋件应先行施工完毕，经检查验收合格后才能进行PC轨道梁的安装。

(2) 安装PC轨道梁的墩台位置与相邻其他构筑物的限界距离应符合设计要求。

(3) PC轨道梁安装所使用的测量设备（包括测量仪器）应经具有国家相关资质的检测单位检测鉴定，并应有合格证明。

(4) PC轨道梁宜使用平板拖车运输，运输时应有可靠的专用工装支垫防护措施，并应防止意外冲撞损伤梁体。

2) PC轨道梁架设安装时应满足下列要求：

(1) PC轨道梁架设安装时，墩台或盖梁上的支座预埋件与PC轨道梁上的支座预埋件相接触的表面应光洁平整，同时应保证墩台或盖梁上的支座预埋件内部排水畅通，无积水、洁净。

(2) 在PC轨道梁架设的墩台、盖梁支座预埋件上，应标出明显的与PC轨道梁上的支座预埋件相对应的中心十字线及其延长线的标记。

(3) 在架设安装时，应采取可靠措施防止损伤梁体表面及支座、支座配套组件、接缝板板座和板座表面防腐层。

(4) 支座内部各构件相互接触的表面应光洁平整。

(5) PC轨道梁两端支座的四个受力点应均匀接触受力，不得出现三点受力情况。

(6) 支座锚固螺栓的螺纹应先行涂抹润滑油脂后再进行安装；锚固螺栓安装应垂直，紧固每根螺母的预紧力矩应均匀，预紧力矩应符合支座设计要求，预紧后应作标记；安装防松螺母时，锚杆螺柱应高出螺母顶面3个螺距，高出部分的螺纹应用润滑油脂涂抹防护。

(7) 接缝板与预埋板座间的接触表面应光洁平整，安装后应密贴；接缝板紧固螺栓及弹簧垫圈应无锈蚀，紧固螺栓安装预紧后，螺栓顶面应低于接缝板表面1mm以上，紧固螺栓的预紧力矩应符合接缝板设计要求。

(8) 接缝板上表面与梁体混凝土表面的高差值，不应超过2mm；任意两块接缝板间的高差值，不应超过2mm。

3) 在轨道梁上使用专用架梁设备安装PC轨道梁应符合下列规定：

(1) 专用架梁设备应满足下列要求：

①应满足PC轨道梁线路设计的纵向坡度、曲线半径、横向超高条件下的运输和架设安装要求，并硬化路面。

②应满足线路上采用的特殊梁前后的PC轨道梁的架设安装要求。

③应满足隧道内的PC轨道梁的架设安装要求。

④应满足PC轨道梁的设计允许荷载要求。

- ⑤应有可靠防止损伤PC轨道梁的专用吊装工具。
- ⑥应有合格架设安装的证明书，并应经过现场试验证明架设安装运行可靠。
 - (2) 架设安装PC轨道梁时，架梁基地应满足下列要求：
 - ①应有运梁平板拖车安全进出运梁的临时便道。
 - ②应有临时存放一定数量PC轨道梁的场地及设施。
 - ③应有组装专用设备和吊运PC轨道梁的起重机及附属设施。
 - ④应有吊运PC轨道梁的可靠的专用吊装吊具及防护垫具。
 - 4) 使用汽车式起重机方式或用其他方式架设安装PC轨道梁应满足下列要求：
 - (1) 应具备该线路架设PC轨道梁的条件，架设措施应能满足设计要求。
 - (2) 应具有能防止损伤梁体的专用吊装工具。
 - (3) 应有符合安全要求的进出场道路、作业场地。

6.2.8 PC 轨道梁架设方法应根据工程现场条件确定，可采用专用架梁设备、汽车式起重机或其他方法；架设过程中应经常检测、核对关键平面的位置和标高，并定期复测中线水准点。

6.3 线形调整

6.3.1 轨道梁架设安装后应满足下列的调整要求：

- 1) 线形调整应在架设安装一批连续及一定数量的轨道梁以后进行。
- 2) 应按上下行线路同向、同时进行线形调整；平曲线段的线性调整应从圆曲线处开始，向两端延伸调整。
- 3) 线性调整应按下列顺序进行：
 - (1) 调整相邻梁端面的梁缝及支座下摆与锚箱基座板抗剪榫之间的间隙。
 - (2) 调整梁体垂直度及横坡超高值。
 - (3) 调整梁体中心线间距及线路中心线。
 - (4) 调整梁端连接处的水平线形和竖向线形矢高。
 - (5) 调整轨道梁线路梁端轨面绝对标高。

6.3.2 线形调整应符合下列规定：

- 1) 线形调整宜以连续3~5榀轨道梁为一单元进行。
- 2) 轨道梁之间的梁缝宽度误差应为±10mm。
- 3) 相邻轨道梁垂直度高低差应小于2mm。
- 4) 轨道梁横坡超高调整后允许误差不应大于7/1000rad。

6.3.3 PC 轨道梁垂直度及横坡超高调整应符合下列规定：

- 1) 调整后支座左右两侧凸轮板底面中心线的竖向夹角允许误差不应大于 7/1000rad。
- 2) 相邻梁端的接缝板之间的高低差应小于 3mm。

6.3.4 上下行线路的轨道梁中心线间距调整应符合下列规定：

- 1) 直线段PC轨道梁的中心线间距b应为 b_0^{+25} mm (b为中心线间距)。
- 2) 曲线段PC轨道梁的中心线间距b应为 $(b+W)_0^{+25}$ mm (W为曲线加宽值)。
- 3) PC轨道梁的中心线间距检测点，应是梁体两端和跨中的中心线对应点。
- 4) 轨道梁线路中心调整检测实际位置与设计位置的偏移误差应满足下列要求：
 - (1) 直线PC轨道梁每个墩台连接处应小于25mm。

(2) 曲线PC轨道梁每个墩台连接处应小于25mm。

6.3.5 轨道梁线路梁端轨面在墩台连接处的绝对标高值与设计值的误差应符合下列规定：

1) PC轨道梁连接处的轨面应为 $-15\text{mm}\sim+30\text{mm}$ 。

2) 调整标高增加垫片时，调整垫片的最大厚度不得超过25mm，调整范围应符合设计要求。

3) 停车场区域轨道梁线路梁端轨面高差不应大于8mm，正线轨道梁线路梁端轨面高差不应大于5mm。

6.3.6 轨道梁连接处平曲线和竖曲线矢高调整，应通过移动梁端来实现，调整精度应符合下列规定：

1) 平曲线矢高应符合表6.3.6-1规定：

表 6.3.6-1 平曲线矢高规定

弦长 (m)	平曲线线形	轨道梁类型	矢高误差 (mm)
20	曲线	PC 轨道梁	± 20
4	直线	PC 轨道梁	± 5

2) 竖曲线矢高应符合表6.3.6-2规定：

表 6.3.6-2 竖曲线矢高规定

弦长 (m)	轨道梁类型	矢高误差 (mm)
4	PC 轨道梁	< 5
4	PC 轨道梁	变坡点矢高 $< 5 \pm H$

注：H值为轨面变坡点的凹凸整向增减量 (mm)。

3) 线路综合检测应符合下列规定：

(1) PC轨道梁支座锚固螺栓无松动。

(2) 轨道梁无因支座及连接轴的间隙形成三点受力，以及无异常微晃动。

(3) 轨道梁连接处的接缝板平实密贴，螺栓紧固可靠。

(4) 轨道梁线路线形无异常变化。

6.3.7 PC轨道梁支座中的楔紧块应在线路稳定后按设计要求焊接固定；焊接固定时应先检查楔紧块安装是否符合要求，并应再次紧固楔紧块。

6.3.8 PC轨道梁两端走行面的接缝板紧固螺栓安装凹孔，在线路线形稳定后，应填满优质无收缩性的玻璃胶或树脂，防止雨水浸湿锈蚀螺栓。

6.4 工程验收

6.4.1 PC轨道梁制作后应对成品验收，并应符合下列规定：

1) 每榀梁的梁体线形与预埋件位置应逐一检查，梁体形状尺寸及预埋件位置应准确。检测工具、仪器应一致；检查项目、检测工具、检测方法及检测频次应按国家和行业现行相关规定执行。

2) 对轨道梁的梁长、跨度、梁体端面倾斜度及工作面线形应在出厂前进行检查。

3) 脱模后，应检测梁端中心线与支座中心线之差及支座两侧中心线距梁端距离，允许误差不应大于3mm。

6.4.2 PC轨道梁出厂前应对下列项目进行验收：

- 1) 轨道梁的混凝土强度、弹性模量、梁体外观应符合设计要求。
- 2) 梁体外表、梁体预应力区域不应有表面裂缝。
- 3) 梁体表面平整无干灰、石子堆垒、露筋、夹杂物、破损、掉角等。
- 4) 在规定的梁体部位，用规定的颜色、字体及标识的内容，做好标识。
- 5) 梁体外观颜色基本均匀一致，无梁体污染。

6.4.3 PC 轨道梁设备系统预埋件埋置种类、数量应齐全，位置应准确，管道应通畅，模板上无预留孔洞的预埋件安装位置精度应符合要求：

表 6.4.3 预埋件安装精度要求

检查项目	允许偏差 (mm)
供电接触网电缆桥架预埋件	纵向±20 横向±10
车体接地板固定预埋套管中心距安装面边缘距离	±2.5
馈线电缆保护管	±30
避雷器电缆保护管	±30
车体接地电缆保护管	±30

6.4.4 PC 轨道梁架设前应进行梁体静载试验，并按下列要求进行：

- 1) 范围：分批次按不同跨度类型随机抽检。
- 2) 数量：每60榀检查1榀。
- 3) 当本次抽检中有不合格品时，应加倍抽检，若仍有不合格品时，本批次梁应按试验要求逐个项目全部检查。
- 4) PC轨道梁静荷载试验方法应根据《城市桥梁检测与评定技术规范》（CJJ/T 233）相关规定实施。

6.4.5 PC 轨道梁制作工程验收应提供的资料包括（详见附录 A）：

- 1) 出厂合同证（详见附录A.1）。
- 2) 质量证明书（详见附录A.2）。
- 3) 预制轨道梁钢筋质量验收记录 验收表一，（详见附录A.3）。
- 4) 预制轨道梁模板质量验收记录 验收表二，（详见附录A.4）。
- 5) 预制轨道梁张拉质量验收记录 验收表三，（详见附录A.5）。
- 6) 预制轨道梁压浆和封端质量验收记录 验收表四，（详见附录A.6）。
- 7) 预制轨道梁成型质量验收记录 验收表五。（详见附录A.7）。

6.4.6 架设安装工程验收时应提供的文件和资料包括：

施工技术交底记录，工程隐蔽检查记录，施工检查记录，预制轨道梁进场质量检查记录，预制轨道梁安装申请书，预制轨道梁安装与连接施工检查记录，安装工程焊接检查，设备安装、清洗、调整、精校记录。

7 道岔设备

7.1 一般规定

7.1.1 本章适用于捷运系统道岔的设计、施工及验收。

7.1.2 道岔的设计、施工及验收除应符合本标准规定以及项目需求外，尚应参考国家现行有关标准的规定。

7.1.3 道岔宜由基础凸台、钢结构、驱动装置、锁定装置、控制装置、智能运维系统等组成，应保证车辆安全通过。

7.1.4 道岔的安装应符合以下规定：

- 1) 应满足线路运营要求，道岔区应设置专用平台、凸台以及专用排水设施。
- 2) 应满足捷运系统线路、车辆限界等要求，并与工程条件相匹配。
- 3) 应满足“故障-安全”特性原则，还应符合机场捷运系统的相关安全规定。
- 4) 与信号、通信、车辆、供电、低压配电、轨道梁、土建等专业的接口符合技术要求。
- 5) 与捷运系统智能运维的接口功能正确，数据传送稳定可靠。
- 6) 安装后道岔相邻梁接合处的走行面及道岔与相邻轨道梁的走行面高度差应不大于2mm，端面的偏差应不大于3mm。

7.1.5 道岔主体钢结构使用年限应满足线路运营要求，工作年限不应低于50年。

7.1.6 道岔应便于检查维护或设备大修操作。

7.2 基础凸台

7.2.1 基础凸台为钢筋混凝土结构，是台车的走行基础，一般应包含底板、预埋件、钢筋笼、混凝土等。

7.2.2 道岔凸台上采用的底板宜采用Q235-B钢板，厚度应不小于25mm；混凝土性能等级应不低于C30；钢筋笼主要材料宜采用HRB400E。预埋件应具有道岔底板调平功能。

7.2.3 基础凸台应具有足够的强度和刚度，满足GB/T50458中规定的载荷要求。

7.2.4 基础凸台的施工、验收应满足设计要求并参考GB50614中的相关规定。

7.2.5 基础凸台测量应统一使用国家一级GPS点或二等水准高程点作为控制基准点。

7.2.6 基础凸台应根据施工图标定的岔前点、岔后点坐标以及中心线，以现场布设的基准点，宜采用极坐标法进行放线。

7.2.7 基础凸台混凝土养护期应不少于14天。

7.2.8 基础凸台外形尺寸偏差应不大于10mm，平面度偏差应不大于5mm；支柱的垂直偏差应不大于3rad。

7.2.9 基础凸台施工时应充分考虑混凝土和钢筋的膨胀系数不同，混凝土面应高出预埋底板面3mm~5mm。

7.3 钢结构

7.3.1 道岔钢结构一般应包含道岔梁、台车、指形接缝板、走行轨等。另外，关节型道岔还应包含固定端转动装置、梁间连接装置，平移型道岔还应包含导向装置。

7.3.2 道岔梁应符合以下规定：

- 1) 道岔梁体宜采用钢板组合焊接而成, 钢板材料宜采用Q355-B。
- 2) 道岔梁应具有足够的强度和刚度, 竖向挠度不应大于 $L/900$, 横向挠度不应大于 $L/4000$ 。
- 3) 道岔梁焊接应满足《钢结构焊接规范》GB/T50661-2020中的相关规定。
- 4) 道岔梁的重要焊缝应进行无损探伤检测, 质量等级应满足NB/T47013.3中B级中的相关规定。
- 5) 道岔梁表面应进行防锈防腐处理, 走行面、稳定面和导向面表面应涂覆防滑涂料。

7.3.3 台车应满足以下规定的要求:

- 1) 台车一般应由台车架、台车轮、轴、轴承等组成, 应具有承受运行荷载和抗倾覆的能力。
- 2) 驱动台车应配置防止车轮打滑或空转的装置。
- 3) 台车架宜由钢板组合焊接而成, 主要材料宜采用Q355-B; 台车轮材料宜采用GB/T3077中42CrMo钢锻件或GB/T11352中ZG340-640。
- 4) 台车架焊接应满足《钢结构焊接规范》GB/T50661中的相关规定。
- 5) 台车架的重要焊缝部位应进行无损探伤检测, 质量等级应满足NB/T47013.3中B级的有关规定。
- 6) 无负载情况下, 台车轮的轴向总窜动量应不大于2mm。在大修周期内, 台车轮工作面最大磨损量应不大于1mm; 台车轮的更换周期应不小于8年。

7.3.4 指形接缝板应满足以下规定的要求:

- 1) 指形接缝板一般应有固定接缝板和活动接缝板两种结构。活动接缝板一般应由指齿板、安装板座、转动轴、润滑轴承等组成。
- 2) 接缝板材料的机械性能应不低于Q355B。
- 3) 固定接缝板啮合后, 指间横向间隙宜控制在 $8\text{mm}\sim 12\text{mm}$ 之间, 纵向间隙应不小于15mm。
- 4) 活动接缝板的指齿板应能绕转动轴灵活转动, 下坠尺寸不应大于7mm, 上翘尺寸宜控制在 $30\text{mm}\sim 35\text{mm}$ 之间。

7.3.5 走行轨应满足以下要求:

- 1) 走行轨宜采用QU100轨道或其他满足要求的轨道。
- 2) 同一直线段走行轨不应采用拼接结构; 两根轨道拼接而成时, 拼接处的错台应不大于2mm。

7.3.6 关节型道岔的固定端转动装置、梁间连接装置应符合《跨座式单轨交通单开道岔》GB/T37531中的相关规定。

7.3.7 平移型道岔导向装置应满足以下要求:

- 1) 导向装置一般应由导向轮、导向架、耐磨板等组成, 应具有承受运行荷载和抗倾覆的能力。
- 2) 平移型道岔导向装置宜采用双导向结构。
- 3) 导向装置钢结构宜由钢板组合焊接而成, 主要材料宜采用Q355-B。
- 4) 导向装置对角线偏差不应大于2mm, 直线度偏差不应大于2mm。
- 5) 导向轮与耐磨板之间的间隙应控制在 $0.5\text{mm}\sim 1.2\text{mm}$ 内。

7.4 驱动装置

- 7.4.1 道岔驱动装置一般应包含带电磁制动的电动机、减速器、传动轴、联轴器等。
- 7.4.2 驱动装置应保证道岔在规定时间内完成包括起动、加速、匀速、减速、停止等动作过程，保证道岔的运行平稳，不出现冲击及振动。
- 7.4.3 驱动装置应具有足够的强度、刚度，不允许任何部分出现非正常松动和明显的弹性变形或任何残余变形。
- 7.4.4 电机应具备快速制动功能，绝缘等级不应低于 F 级，防护等级不宜低于 IP54。
- 7.4.5 驱动系统宜设置人工手动转换装置。

7.5 锁定装置

- 7.5.1 锁定装置宜采用电动推杆+翻转板结构形式。
- 7.5.2 锁定装置应设置锁定位置自动检测装置并应与控制信号系统联锁。当自动控制故障时，锁定装置应能切换为人工操作方式。
- 7.5.3 锁定装置应有足够的强度、刚度，以抵抗列车通过时产生的各种作用力。
- 7.5.4 电机应具备快速制动功能，绝缘等级不应低于 F 级，防护等级不宜低于 IP54。
- 7.5.5 锁定槽内的镶块更换周期不应小于 3 年。
- 7.5.6 锁定槽镶块和锁定滚轮的总间隙应不大于 2mm。
- 7.5.7 锁定电动推杆设计循环周期不应少于 100 万次。

7.6 控制装置

- 7.6.1 控制装置应具有对道岔结构系统的控制和检测功能。
- 7.6.2 控制装置应具有集中控制（远端）、现场操作（本地）、人工手动工作模式，各模式之间应相互联锁。
- 7.6.3 控制装置应符合《铁路信号故障—安全原则》TB/T2615 中的安全规定，满足捷运系统的安全性要求。
- 7.6.4 控制装置应提供完备的电气安全保护，在电源错相、断相、短路以及电机过载故障时，停机保护并故障报警。
- 7.6.5 控制装置中涉及行车安全的电路应采用安全型继电器或具备 SIL4 安全等级的可编程控制器。
- 7.6.6 启动道岔转辙前，控制装置应首先切断位置表示信号。如没有转辙指令，控制装置应不能启动道岔转辙。
- 7.6.7 控制装置与信号系统之间应设置接口。接口应采用安全型继电器、双接点双线传送方式，控制装置与信号系统之间应建立“申请-授权-交权”电路。
- 7.6.8 控制装置配电应满足以下要求：

1) 应采用一级配电，双电源切换时间应不大于 0.15s，控制装置应确保电源切换不影响道岔正常工作。

2) 应采用AC380V/AC220V、50Hz、三相四线制和TN-S接地方式,电压偏差应在±10%内,频率偏差应在±1Hz内。

3) 应加装浪涌保护器,防止雷电感应对元器件的损害。

7.6.9 控制装置应设计保护接地和防雷接地,保护接地电阻应不大于 4Ω ,防雷接地电阻应不大于 10Ω 。道岔梁体、台车、锁定装置、驱动装置等金属构件应接至道岔区综合接地网。

7.6.10 当道岔梁体由多组驱动装置驱动时,控制装置应具有转辙同步性保护功能。

7.7 道岔智能运维系统

7.7.1 道岔智能运维系统应由监测装置、中心服务器、网络交换机和相关软件等组成,应具有道岔状态监测、故障定位、智能诊断、故障预警和道岔健康评估及运维决策等功能。

7.7.2 监测装置采集的数据应包含但不限于以下内容:

- 1) 道岔控制模式,集中控制(远程)或现场操作(本地)。
- 2) 与信号系统的接口信号。
- 3) 道岔梁体、转臂的位置状态。
- 4) 道岔锁定装置的位置状态。
- 5) 道岔各机构限位开关的状态。
- 6) 电压信息,包括低压配电、控制电源和信号接口电源。
- 7) 环境参数,包括温度、相对湿度等。
- 8) 道岔转辙时间。
- 9) 道岔转辙次数、故障累计等统计数据。
- 10) 转辙电机和锁定电机运转时间和电流信息。
- 11) 道岔故障信息和处理建议。
- 12) 道岔健康状态评估信息。

7.7.3 智能运维系统应提供历史数据查询功能,可通过对历史数据的统计分析,对道岔健康状态进行评估。

7.7.4 智能运维系统应采用层级架构,根据捷运系统线路布局灵活设置,可采用道岔区、运维中心两级架构或道岔区、车站、运维中心三级架构。

7.7.5 智能运维系统各层级之间宜采用光电有线或无线通信方式,应采取措施保证数据传输的可靠性、及时性。

7.7.6 智能运维系统应向捷运系统云平台提供道岔状态信息和维护建议,协助云平台运维决策,与云平台的接口应满足以下要求:

- 1) 宜采用以太网建立网络连接。
- 2) 宜采用B/S接口模式,提供显示页面供云平台调用。
- 3) 宜建立MQTT、OPC-UA、Rest等数据协议接口,向云平台传送到岔监测数据。

7.7.7 中心服务器应采用双机热备份,安装必要的组态软件,实现无扰动切换。

7.8 道岔试验

7.8.1 道岔出厂前应进行信号电路故障试验、绝缘耐压试验、道岔转辙试验、静强度试验等相关试验，各项试验应满足以下规定：

- 1) 信号电路故障试验应符合《铁路信号故障—安全原则》TB/T2615的相关规定。
- 2) 绝缘耐压试验应符合《铁道客车及动车组用电气控制柜》GB/T32595的相关规定。
- 3) 道岔功能试验应符合《跨座式单轨交通单开道岔》GB/T37531的相关规定。
- 4) 道岔转辙试验应满足《跨座式单轨交通单开道岔》GB/T37531中的相关规定。
- 5) 静强度试验宜参考《跨座式单轨交通单开道岔》GB/T37531中的相关规定，并满足竖向挠度不应大于 $L/900$ ，横向挠度 Δ 不应大于 $L/4000$ 。

7.8.2 道岔安装完成后应进行联调试验、转辙试验、动强度试验等相关试验，各项试验应满足以下规定：

- 1) 联调试验应满足与信号、车辆、供电等的相关接口规定。
- 2) 道岔转辙试验应满足《跨座式单轨交通单开道岔》GB/T37531中的相关规定。
- 3) 动强度试验宜参考《跨座式单轨交通单开道岔》GB/T37531中的相关规定，并满足竖向挠度不应大于 $L/900$ ，横向挠度不应大于 $L/4000$ 。

7.9 道岔工程验收

7.9.1 道岔出厂验收应符合以下规定：

- 1) 道岔出厂验收应按附录B中附表1的相关规定执行。
- 2) 道岔出厂验收应提供的文件和资料包括：
主要原材料、成品、半成品质量证明文件或合格证，试验、检测报告和质量验收记录，隐蔽工程验收记录，各种施工记录，图纸会审记录、变更设计或洽商记录，施工图，工程影像资料。

7.9.2 道岔工程预验收应符合以下规定：

- 1) 道岔工程预验收应按附录B中附表2的相关规定执行。
- 2) 道岔工程预验收应提供的文件和资料包括：
施工现场原材料，构件质量证明文件，隐蔽工程施工记录，安装和调试施工记录，图纸会审记录，变更设计或洽商记录，施工图，工程影像资料。

7.9.3 道岔工程竣工验收应提供的文件和资料包括：初验收总结报告，竣工验收总结报告，图纸会审记录，变更设计或洽商记录，竣工图，工程档案资料验收总结报告，备品备件清单。

8 车站与运维中心结构工程

8.1 一般规定

8.1.1 本章适用于捷运系统的车站与运维中心结构工程的设计、施工及验收。

8.1.2 车站与运维中心结构工程应包括钢结构工程、混凝土结构工程。

8.1.3 车站与运维中心结构工程设计应符合绿色、环保、节能、可靠、安全原则。

8.1.4 钢结构施工及验收除应满足本规范要求外，尚应满足现行国家标准《钢结构工程施工规范》GB 50755 中有关要求。混凝土结构工程施工及验收除应满足本规范要求外，尚应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 中有关规定。

8.2 钢结构工程

8.2.1 钢结构工程包括焊接工程、焊钉（栓钉）焊接工程、紧固件连接、钢管柱安装、钢梁安装、支撑安装、钢铸件或铸钢节点安装、压型金属板工程等。

8.2.2 钢结构焊接工程应符合下列规定：

1) 碳素结构钢应在焊缝冷却到环境温度、低合金结构钢应在完成焊接24h后，进行焊缝探伤检验。

2) 焊缝施焊后应在工艺规定的位置做好标识。

3) 全焊透的一、二级焊缝应采用超声波探伤进行内部缺陷检验。当超声波探伤不能对缺陷作出判断时，应采用射线探伤，其内部缺陷分级及探伤方法应符合现行国家标准《焊缝无损检测超声检测技术、检测等级和评定》GB/T 11345的规定。

8.2.3 焊钉（栓钉）焊接工程应符合下列规定：

1) 施工单位应对焊钉和钢材焊接进行焊接工艺评定，评定结果应符合设计要求。

2) 焊钉焊接后应进行弯曲试验检查，焊缝和热影响区不应有肉眼可见的裂纹。

3) 焊钉根部焊脚应均匀，焊脚立面的局部未熔合或不足360°的焊脚应进行修补。

8.2.4 紧固件连接应符合下列规定：

1) 构件的紧固件连接节点和拼接接头，应在检验合格后进行紧固加工。

2) 钢结构制作和安装工程应按国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205的有关规定分别进行高强度螺栓连接摩擦面的抗滑移系数试验，结果应符合设计要求。当高强度螺栓连接节点按承压型连接或张拉型连接进行强度设计时，可不进行摩擦面抗滑移系数试验。

3) 高强度螺栓连接摩擦面应保持干燥、整洁，不应有飞边、毛刺、焊接飞溅物、焊疤、氧气铁皮、污垢等，除设计要求外，摩擦面不应涂漆。

8.2.5 钢管柱安装、钢梁安装、支撑安装、桁架（屋架）安装、钢铸件或铸钢节点安装、压型金属板工程应符合《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205中的相关规定。

8.3 混凝土结构工程

8.3.1 混凝土结构工程包括模板及脚手架工程施工、钢筋混凝土结构施工。

8.3.2 模板及脚手架工程施工应符合现行国家标准《建筑施工脚手架安全统一技术标准》GB 51210中的相关要求，钢筋混凝土结构施工应符合设计规定以及现行标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204中的相关规定。

8.4 工程验收

8.4.1 钢结构工程

钢结构作为主体结构之一应按子分部工程竣工验收；当主体结构均为钢结构时应按分部工程竣工验收。大型钢结构工程可划分成若干个子分部工程进行竣工验收。

1) 钢结构分部工程合格质量标准应符合下列规定：

(1) 各分项工程质量均应符合合格质量标准；

(2) 质量控制资料 and 文件应完整；

(3) 有关安全及功能的检验和见证检测结果应满足本标准相应合格质量标准的要求；

- (4) 有关观感质量应满足本标准相应合格质量标准的要求。
- 2) 钢结构分部工程竣工验收时, 应提供下列文件和记录:
- (1) 钢结构工程竣工图纸及相关设计文件;
 - (2) 施工现场质量管理检查记录;
 - (3) 有关安全及功能的检验和见证检测项目检查记录;
 - (4) 有关观感质量检验项目检查记录;
 - (5) 分部工程所含各分项工程质量验收记录;
 - (6) 分项工程所含各检验批质量验收记录;
 - (7) 强制性条文检验项目检查记录及证明文件;
 - (8) 隐蔽工程检验项目检查验收记录;
 - (9) 原材料、成品质量合格证明文件, 中文产品标志及性能检测报告;
 - (10) 不合格项的处理记录及验收记录;
 - (11) 重大质量、技术问题实施方案及验收记录;
 - (12) 其他有关文件和记录。

8.4.2 混凝土结构工程

- 1) 混凝土结构子分部工程施工质量验收时, 应提供下列文件和记录:
- (1) 设计变更文件;
 - (2) 原材料质量证明文件和抽样复验报告;
 - (3) 预拌混凝土的质量证明文件和抽样复验报告;
 - (4) 钢筋接头的试验报告;
 - (5) 混凝土工程施工记录;
 - (6) 混凝土试件的试验报告;
 - (7) 预制构件的质量证明文件和安装验收记录;
 - (8) 预应力筋用锚具、连接器的质量证明文件和抽样复验报告;
 - (9) 预应力筋安装、张拉及灌浆记录;
 - (10) 隐蔽工程验收记录;
 - (11) 分项工程验收记录;
 - (12) 结构实体检验记录;
 - (13) 工程的重大质量问题的处理方案和验收记录;
 - (14) 其他必要的文件和记录。
- 2) 混凝土结构子分部工程施工质量验收合格应符合下列规定:
- (1) 有关分项工程质量验收合格;
 - (2) 有完整的质量控制资料;
 - (3) 观感质量验收合格;
 - (4) 结构实体检验结果符合本规范的要求。

9 运维中心工艺设备

9.1 一般规定

9.1.1 本章适用于捷运系统运维中心工艺设备的设计、施工及验收。

9.1.2 运维中心工艺设备的施工安装及验收应符合本标准规定以及供需双方约定的相关协议的规定。

9.1.3 运维中心工艺设备的配置和布局应根据运维中心的功能定位及检修工艺要求，配备必要的列检、月检、临修、检测、救援、分解、组装、清洗、换轮等设施设备。

9.1.4 运维中心工艺设备宜由起重类、运输类、机加工类、焊接类、清洁干燥类、工务工区类、检修专用非标类等设备组成，其中主要非标设备需包含换轮装置、列车清洗机、工作车等。

9.1.5 运维中心工艺设备的设计应满足捷运系统的线路、车辆限界等要求，并与系统工程和运维工作条件相匹配。

9.1.6 运维中心工艺设备应与车辆、土建、轨道梁、低压配电、通信、给排水等专业确定接口。

9.1.7 采用全自动运行技术时，应设置自动化区域与非自动化区域转换用司机登车平台。

9.2 换轮装置

9.2.1 换轮装置一般应由沉降梁、沉降梁回转机构、沉降梁定位插销机构、升降平台、升降机构、水平保持机构、平台定位插销机构、行程限位机构、电气控制系统、检修梁、车体支撑装置等组成。

9.2.2 换轮装置应具有使转向架与车体分离和组装的功能、进行换轮作业以及转向架临时故障处理作业等功能，同时，应满足车辆两个转向架同时进行换轮作业的要求。

9.2.3 换轮装置设备基础沉降量不得大于 5mm，轨道梁中心应与换轮装置基础中心重合。

9.2.4 沉降梁应具有一定的刚度、强度，应符合现行国家标准《机械电气安全机械电气设备第 1 部分通用技术条件》GB5226.1 的规定。

9.2.5 沉降梁额定载荷应满足转向架最大荷载，沉降梁应能在 1.25 倍的额定载荷的工况下实现各种预定动作。

9.3 列车清洗机

9.3.1 列车清洗机一般应由侧刷组、侧顶弧刷和底裙刷组、端洗刷组、干刷组、自动吹扫装置、喷管和供水系统、控制系统、电气及安全保护系统等组成。

9.3.2 列车清洗机应具有“洗涤液去污清洗”和“清水清洗”两种清洗模式。清洗后的水应能够回收利用。

9.3.3 列车清洗机设备间内水池的内壁应铺设耐腐蚀瓷砖。水池、水沟应具有 I 级防水等级。

9.3.4 列车清洗机的限界尺寸应满足现行相关标准要求。

9.3.5 列车清洗机的端刷地轨应采用满足设计要求的钢轨，两侧钢轨中心距应控制在 5000 ± 3mm 范围内，高度差应不大于 3mm。

9.3.6 列车清洗机的各刷组应旋转平稳，无偏摆和异响，喷嘴喷水状态应呈均匀扇形。

9.3.7 列车清洗机的端洗装置应具备防撞及适应不同外形车头的仿形能力，应严格控制吃毛量。

9.4 工作车

9.4.1 工作车一般应由底架、车箱、操作驾驶台、动力源、传动装置、走行装置、制动装置、检修工作台、联挂车钩、整车起吊挂座、照明装置及随车工具等组成，应具备巡检作业、正线救援等功能。

9.4.2 工作车的制造和试验应符合《内燃机车通用技术条件》GB/T3314 的要求。

9.4.3 工作车限界尺寸应满足相关规范要求。

9.4.4 工作车的最大载重应不小于 3T，在偏载 1T 时应能保证安全运行。

9.4.5 工作车的顶棚应能承受不小于 250kg 的载荷。

9.4.6 工作车的最大运行速度应不小于 40km/h，并能以 20km/h 的车速牵引另一辆工作车经过整个线路返回车辆基地。

9.4.7 工作车应满足检修工作时以 1km/h~5km/h 的速度稳定行驶。

9.4.8 工作车的制动装置应能满足在 60‰坡道上驻车 60 分钟不溜车。

9.5 起重机

9.5.1 起重机一般应由大车、提升机构、小车、大车移行机构、操纵室、辅助滑线、主滑线等部分组成。

9.5.2 起重机的制造应满足《通用桥式起重机》GB/T5405 和《起重设备安装工程施工及验收规范》GB50278 的规定。

9.5.3 桥式起重机安装组装桥架及大车、小车运行机构的允许偏差应符合《起重设备安装工程施工及验收规范》GB50278 的规定。

9.5.4 起重机的轨道基础和吊车梁混凝土强度应符合《钢筋混凝土工程施工及验收规范》GBJ204 的规定。

9.5.5 起重机的轨道的坐标位置、标高、跨度和轨道面的平面度均应符合《起重设备安装工程施工及验收规范》GB50278 的规定。

9.5.6 起重机的试运行应包括空负荷、静负荷、动负荷三种工况，且应符合《起重设备安装工程施工及验收规范》GB50278 的规定。

9.6 工程验收

9.6.1 运维中心工艺设备的工程验收应符合下列规定项目及要

- 1) 相关设备的外观监测应符合本章的规定和设计要求。
- 2) 与设备相关的各种安全保护装置及动作的有效性能检查应符合相关设备设计和技术文件的要求。
- 3) 相关设备的功能测试及检验应符合各设备设计和技术文件的要求。

9.6.2 工程验收前应确定运维中心工艺设备的运行工况，全面评估其使用功能，并进行运维中心工艺设备的性能试验。

9.6.3 工程竣工验收时应提供的文件和资料包括：原材料、设备的合格证书及说明书，设备监造、出厂验收记录，设备的图纸、清册等随机文件资料，图纸会审记录、设计变更或洽商记录，开箱验收及安装调试记录，开工和竣工报告，竣工图，工程声像资料。

10 低压配电系统

10.1 一般规定

10.1.1 本章适用于捷运系统低压配电系统的设计、施工及验收。

10.1.2 民用机场跨座式单轨旅客捷运系统低压配电系统宜由配电柜、控制柜、配电箱、应急电源柜、电线电缆、桥架、灯具等组成。

10.1.3 民用机场跨座式单轨旅客捷运系统低压配电系统的工程施工应与建筑及其他相关专业密切配合，安装接口应满足设计和施工要求。

10.1.4 低压配电系统工程中采用的设备与器材，应具有制造厂提供的产品说明书、合格证、试验报告、安装图纸等技术文件和资料。

10.2 工程验收

10.2.1 民用机场跨座式单轨旅客捷运系统低压配电系统的工程验收应符合现行国家标准《电气装置安装工程高压电器施工及验收规范》GB50147、《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》GB50150、《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》GB50169、《建筑电气工程施工质量验收规范》GB50303 中有关规定。

10.2.2 防雷设备安装工程验收应符合现行国家标准《建筑物防雷工程施工与质量验收规范》GB50601 中有关规定。

10.2.3 接地装置安装工程验收应符合现行国家标准《建筑电气工程施工质量验收规范》GB50303 中有关规定。

10.2.4 工程验收应提供的文件和资料包括：安装检查、试验、调试记录，施工图会审记录，施工图设计技术交底会议纪要，设计变更和洽商记录，产品说明书，合格证等随机文件，隐蔽工程验收记录，质量评定记录，设备试运转记录，开工和竣工报告。

11 给排水系统

11.1 一般规定

11.1.1 本章适用于捷运系统的给排水系统的设计、施工及验收。

11.1.2 给排水系统宜由室内给水系统、排水系统、室外给水系统、排水系统等组成。

11.1.3 给排水系统施工应与建筑及其他相关专业密切结合，安装接口应满足相关设计和施工要求。

11.1.4 民用机场跨座式单轨旅客捷运系统给排水系统中采用的设备与器材应具有厂家提供的产品说明书、合格证、试验报告、安装图纸等技术文件和资料。

11.2 工程验收

11.2.1 给水与排水系统的工程验收应符合现行国家标准《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB50242和《给水排水管道工程施工及验收规范》GB50268中有关规定。

11.2.2 消防栓系统的工程验收应符合现行国家标准《消防给水及消火栓系统技术规范》GB50974的规定。

11.2.3 工程验收应提供的文件和资料包括：安装检查、试验、调试记录，施工图会审记录，施工图设计技术交底会议纪要、设计变更和洽商记录，产品说明书、合格证等随机文件，隐蔽工程验收记录，质量评定记录，设备试运转记录，开工和竣工报告，竣工图，工程声像资料。

12 通风与空调系统

12.1 一般规定

12.1.1 本章适用于捷运系统通风与空调系统、防排烟系统的工程设计、施工及验收。

12.1.2 通风与空调系统、防排烟系统宜由平时通风系统、空调风系统、空调冷冻水及冷却水系统、防烟及排烟系统组成。

12.1.3 通风与空调系统的施工应与建筑及其他相关专业密切结合，安装接口应满足相关设计和施工要求。

12.1.4 通风与空调工程中采用的设备与器材，应具有制造厂提供的产品说明书、合格证、试验报告、安装图纸等技术文件和资料。

12.2 工程验收

12.2.1 通风与空调系统工程验收除应符合现行国家标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243中有关规定，尚应符合下列规定：

通风、空调系统安装完毕投入使用前，应进行系统的试运行及调试，包括设备单机试运转及调试、非设计满负荷条件下的联合运转及调试。非设计满负荷条件下的联合试运转及调试应在设备单机试运转合格后进行。

12.2.2 工程验收应提供的文件和资料包括：安装检查、试验、调试记录，施工图会审记录，施工图设计技术交底会议纪要、设计变更和洽商记录，产品说明书、合格证等随机文件，隐蔽工程验收记录，质量评定记录，设备试运转记录，开工和竣工报告，竣工图，工程声像资料。

13 供电工程

13.1 一般规定

13.1.1 本章适用于捷运系统的供电系统的设计、施工及验收。

13.1.2 供电系统一般应由变电所、接触轨/充电轨（采用储能供电）、电力电缆及电力监控设备等组成。

13.1.3 供电系统的设计、施工和验收除应符合本标准规定以及供需双方达成的相关协议的规定外，尚应满足《跨座式单轨交通设计标准》GB/T50458 和《跨座式单轨交通施工及验收规范》GB50614 的有关规定。

13.1.4 供电系统的设计应符合节能、绿色环保和智能化原则。

13.2 变电所

13.2.1 变电所一般应由交流开关柜、直流开关柜、配电变压器、整流机组、充电装置（采用储能供电）、接地漏电保护装置、交直流电源屏、中压能馈装置（采用接触网供电）、继电保护装置、计量和测量装置及电缆夹层等组成。

13.2.2 变电所应按无人值班、无人值守设计。运维中心的牵引变电所应预留有人值守的条件。

13.2.3 当降压变电所设置两台配电变压器时，配电变压器的容量应满足在一台变压器退出运行后，另一台变压器能承担其供电范围内的一、二级负荷。

13.2.4 整流机组的数量和容量应根据近、远期负荷计算确定，每个牵引所设置的两台牵引整流机组，在一台牵引整流机组推出运行时，另一台牵引整流机组宜继续运行。

13.2.5 变电所直流负母线侧应设置接地保护装置。

13.2.6 变电所的直流操作电源屏宜采用成套装置。正常运行时，电源屏的蓄电池应处于浮充状态。蓄电池的容量应满足交流停电时连续供电 2h 的要求。

13.2.7 变电所的继电保护装置应满足可靠性、可选择性、灵敏性和速动性的要求。

13.2.8 变电所开关柜的断路器、隔离开关的型号、规格应符合供需双方相关技术协议的要求，断路器、隔离开关的分、合闸及闭锁装置的动作应灵活、可靠，复位应准确，分合应可靠；断路器的工作和试验位置及电气和机械连锁装置动作应准确可靠。

13.2.9 变电所的设备选择应按照安全可靠、技术先进和质量优良的原则。变电所所用材料除应满足以上要求外，尚应选用无卤、低烟、阻燃、低损耗、低噪声、防潮、无自爆型产品。

13.2.10 变电所设备安装前应对相关的土建工程和基础预埋件进行检查，确保不影响设备安装和后期维护。

13.2.11 交流开关柜、直流开关柜的安装应符合下列规定：

1) 开关柜的手车推拉应灵活轻便，并应无卡阻、碰撞现象，触头接触应良好，同型号手车应能互换。

2) 柜内控制电缆应固定牢固，不妨碍手车或抽出式部件的拉出或推入；二次回路连接插件接触应良好。

13.2.12 中压能馈装置的安装应符合下列规定：

1) 表面防护涂层应完好。

2) 柜体应采取通风散热措施；若顶部有通风散热孔，应采取防止凝露进入柜内的措施。

13.2.13 电缆在桥支架上的排列应符合下列要求：

1) 电力电缆和控制电缆除1kV以下的低压电力电缆和控制电缆外，不应敷设在同一层桥支架上。

2) 各类电缆在桥支架上应根据电压等级高低“由上而下”分层排列，分别为10kV及以上交流电缆、1500V直流电缆、低压及控制电缆；为满足引入盘柜的电缆负荷允许弯曲半径要求，亦可按“由下而上”的顺序排列，同一工程中的电缆应按相同的上下排列顺序配置。

3) 除在桥架、托盘内敷设外，同类电缆在普通支架上放置时，除三相单芯电缆每路三根呈品字形安装外，其余应单层布置。

13.2.14 接地装置的安装应符合现行国家标准《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》GB50169 的要求。

13.2.15 变电所的高压设备、低压设备应在单体试验合格后，进行变电所整组全线设备的直流传动、交流模拟量传动、开关连锁、自投与所间联跳、安全性检查传动、继电保护传动等调试试验，相关性能应符合《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》GB50150 的要求。

13.2.16 变电所受电前应完成下列检查：

1) 干粉灭火器、应急照明灯、安全警示牌、操作手柄、专用工具和钥匙应配置齐全。

2) 设备的电缆进出孔洞应封堵严密，变压器通风预留孔洞应采用网栅与堵料封堵，且应去除网栅中间堵料。

3) 操作设备的地面均应铺有绝缘垫，绝缘等级应满足变电所电压等级要求。

4) 变电所模拟盘应安装完毕。

5) 变电所设备开关编号张贴应核对无误；开关柜控制屏等盘面标志牌、标示框应齐全、正确并清晰，标志牌内容应与设计相符。

13.2.17 变电所开通试运行应具备下列条件：

1) 设备安装工程应完工，电气设备试验调试应合格，工程初验应合格。

2) 变电所开通送电方案已得到主管部门批准。

3) 有关图纸、资料、继电保护整定书应齐全。

4) 电力调度电话应开通使用，并应具有录音功能，线路应可靠且通话清晰。

5) 应有一路稳定可靠的三相电源供电。

6) 电缆沟盖板、人孔井盖板、爬梯、挡鼠板应齐全，并应满足安全要求。启动的设备编号与调度号标牌应齐全、正确、清楚。

7) 变电所内各相关专业应已完成并应达到变电所开通试运行条件。

13.3 充电装置

13.3.1 充电装置的设计应充分考虑通风散热条件，满足消防设计需求。

13.3.2 充电装置有多个回路输出时，应能实现单个回路的停送电；当其中一回路故障退出运行时，应不影响其他回路正常工作。

13.3.3 充电装置的功率应与列车的耗电量、充电时间要求和可靠性相匹配。

13.3.4 充电装置的开始充电和停止充电应设有自动识别功能和人工手动操作两种模式；充电过程中应与列车实现闭锁，充电过程中列车应保持静止状态。

13.3.5 充电装置应能识别出两列车同时停站时电压较低的车辆,并根据车载电容剩余电压值判断是否对其优先充电。

13.3.6 充电装置的整体结构应设置合理,方便日常检修和故障维修,各功能单元显示应清晰,易于操作。

13.3.7 充电装置的内部保护和外部联锁保护装置应满足可靠性要求。

13.3.8 充电装置外壳应可靠接地。

13.4 接触轨/充电轨

13.4.1 接触轨/充电轨应由正极轨、负极轨、支撑绝缘装置及接地轨系统等组成

13.4.2 接触轨/充电轨应在锚段中部设置中心锚结。

13.4.3 接触轨/充电轨的锚段长度,应根据环境温度、载流温升、材料线胀系数、线路条件等因素确定。

13.4.4 接触轨/充电轨的支撑点间距,应根据复合轨的结构特性、集中载荷、自重以及受电弓接触压力等因素确定。

13.4.5 正极轨和负极轨的末端应设置端部弯头,弯头的抬高应满足受流器的平滑过渡。

13.4.6 支撑绝缘装置应通过预埋件固定于轨道梁上,混凝土轨道梁应预留套筒或预埋槽道,钢结构轨道梁应预留安装底座。

13.4.7 支撑绝缘装置的机械、电气性能应满足供需双方相关技术协议的要求,支撑绝缘装置及其配套零件的强度安全系数不应低于标准《铁路电力牵引供电设计规范》TB10009的有关规定。

13.4.8 在车站线路、车辆基地等有人员上下车区段的负极侧应设置车体接地板。车体接地板应采取温度补偿措施,并应可靠接地,且接地电阻值不应大于 4Ω 。

13.4.9 接触轨/充电轨的安装位置及安装误差应满足限界的要求;车辆受流器与接触轨/充电轨在相对运动中应可靠接触。

13.4.10 接触轨/充电轨的施工安装应在轨道梁完成线形调整并办理工序移交手续后进行。

13.4.11 设备安装施工单位在安装前应按下述规定对轨道梁上的预埋件进行检查:

- 1) 轨道梁预埋件尺寸应符合供需双方相关技术协议的要求。
- 2) 轨道梁底部的桥架预埋管位置应正确,预埋管应无堵塞,螺纹应无损伤。
- 3) 电缆预埋管在轨道梁中预埋应正确,且不应有影响电缆敷设的挤压变形。

13.4.12 车体接地板的施工应符合下列要求:

- 1) 车体接地板安装需满足限界要求。
- 2) 车体接地板外观应平直,不应有明显的损坏或变形。
- 3) 车体接地电缆的导电截面、敷设路径和固定方式应符合供需双方相关技术协议的要求。
- 4) 接线端子与车体接地板之间、接线端子与接地极之间应涂电力油脂。
- 5) 接地电阻的电阻值应符合供需双方相关技术协议的要求。

6) 端部抬高应满足供需双方相关技术协议的要求。

13.5 电缆

13.5.1 供电系统的电缆包含电缆本体及桥支架。

13.5.2 供电系统电缆本体应采用无卤、低烟的阻燃电线和电缆。

13.5.3 电缆施工除应符合现行国家标准的相关要求外，尚应符合下列规定：

- 1) 敷设的电缆不得侵入设备限界。
- 2) 电缆中间接头宜设置在车站范围内。并列敷设电缆的接头位置应相互错开，且错开距离不宜小于0.5m。
- 3) 在电缆终端端头及中间端头处宜多预留出3m~5m的电缆长度，保证做接头失败时，电缆有足够的余量可继续做接头。
- 4) 电缆进出柜体孔洞的部位应采取可靠的隔离保护措施。
- 5) 牵引变压器至整流器间的电缆、绝缘安装设备至非绝缘安装的直流设备间的连接电缆等，均应采用单端接地。

13.5.4 桥架、支架的施工除应符合国家标准《电气装置安装工程高压电器施工及验收规范》GB50147、《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》GB50150、《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》GB50169的要求外，尚应满足下列要求：

- 1) 桥架、支架不得侵入设备限界。
- 2) 车站及区间的接地线应敷设正确、全线贯通。

13.6 调整试验

13.6.1 接触轨/充电轨绝缘电阻试验应按供电分段进行；正、负极间及对地的绝缘电阻值应满足供需双方达成的相关技术协议的要求。

13.6.2 对接触轨/充电轨应进行冷滑行试验，进行冷滑行试验前应具备下列条件：

- 1) 冷滑行试验区段的接触轨/充电轨工程应全部完工。
- 2) 冷滑行试验区段的接触轨/充电轨应进行检查，检查记录应完整，工程质量应符合验收标准《电气化铁路接触网零部件技术条件》TB/T 2073、《电气化铁路接触网零部件试验方法》TB/T2074、《地下铁道工程施工质量验收标准》GB 50299和《电力牵引供电工程施工质量验收标准》TB 10421中的相关要求。
- 3) 影响冷滑行试验的临时性设施应全部拆除。

13.6.3 冷滑行试验应使用下列两种车速进行试验，第一种车速宜为3km/h~5km/h，第二种车速宜为10km/h~40km/h。

13.6.4 冷滑行试验应检查下列项目是否满足要求：

- 1) 接触悬挂应无硬点。
- 2) 分段绝缘装置处、膨胀接头处的接触平面应平滑。

13.7 工程验收

13.7.1 工程竣工时应按下列要求进行验收：

- 1) 变电所应检查下列项目是否满足要求：

- (1) 变电所设备安装盘柜应排列整齐，外观应清洁，独立设备安装应横平竖直。
 - (2) 盘面功能标识应齐全，盘柜面油漆应无划痕。
 - (3) 高压配电室接地引出端子位置应合理，螺栓应齐全。
 - (4) 电缆支架应排列整齐，地线焊接应良好，电缆敷设应无破损，走向应合理，标识应齐全，固定应牢固。
 - (5) 控制、信号与保护功能试验项目应符合供需双方相关技术协议的要求。
- 2) 接触轨/充电轨应检查下列项目是否满足要求：
 - (1) 零部件安装应齐全、牢固，不应有超出允许偏差的项目。
 - (2) 带电部分至所有接地部分之间的安全距离应符合规定值。
 - (3) 接触轨/充电轨焊接质量应符合要求，并能正常伸缩。
 - (4) 馈电线的数量、连接质量应符合规定。
 - (5) 接地线连接应正确、可靠，接地电阻值应符合要求。
 - 3) 电缆应检查下列项目是否满足要求：
 - (1) 应符合限界的要求。
 - (2) 电缆排列应整齐，标志牌应齐全、清晰。
 - (3) 电缆固定、弯曲半径、相关间距应符合要求。
 - (4) 电缆中间头、终端头质量应符合要求。
 - (5) 接地应正确、可靠。
 - 4) 电力监控系统应检查下列项目是否满足要求：
 - (1) 电力监控系统的分站、主站机柜安装应垂直，外表面油漆应完整无划痕，柜体应清洁。
 - (2) 柜内设备安装应整齐牢固，柜间连线走向应合理、整齐。
 - (3) 计算机界面应稳定清晰，通信系统应畅通。
 - (4) 设备72h连续运行试验及试运行考核应符合规范规定。

13.7.2 工程竣工验收应提供的文件和资料包括：原材料和设备的合格证及技术文件，设备及备品备件清单，图纸会审记录、设计变更或洽商记录，隐蔽工程施工及验收记录，专项试验报告（包含但不限于关键设备耐压试验、绝缘电阻测试、接地电阻测试、保护动作测试、自动和远动试验等），各种测试与调试记录，试运行及系统调试记录，设备缺陷处理记录，质量评定记录，竣工工程清单，开工和竣工报告，竣工图，工程声像资料。

14 通信系统

14.1 一般规定

14.1.1 本章适用于捷运系统的通信系统的设计、施工及验收。

14.1.2 通信系统宜由传输系统、无线通信系统、广播系统、时钟系统、视频监视系统、乘客信息系统、专用电话系统、公务电话系统、办公自动化系统、电源及接地系统、通信管线、通信线路等组成。

14.1.3 通信系统应满足《跨座式单轨交通设计标准》GB-T 50458 的相关规定。

14.1.4 通信系统应满足正常运营模式和灾害运营模式的通信需求。在正常运营模式时，应为运营管理提供信息；在灾害运行模式时，应为防灾、救援和事故处理的指挥提供保证。

14.1.5 通信系统主要设备和模块应具有自检功能，并应采取适当的冗余，故障时可自动切换并报警，运营控制中心可监测和采集车站设备运行及检测的结果。

14.1.6 通信系统与其他系统的接口设计，应明确接口内容、类型、数量、技术要求和安装位置，并应划分好系统之间的接口和工程界面。

14.1.7 通信系统设备应满足电磁兼容的要求，并应具有抗电气干扰性能。

14.1.8 通信系统的车载设备不得超出车辆轮廓线，地面设备不得侵入设备限界。

14.1.9 通信系统应采用低烟、无卤、阻燃线缆，阻燃等级可采用 B 级。

14.2 传输系统

14.2.1 传输系统应满足通信、信号、电力监控、火灾自动报警、环境与设备监控及综合监控等系统各种信息传输的功能要求。

14.2.2 传输系统宜采用宽带光数字传输设备，设备的核心部件应冗余配置。

14.2.3 传输系统光通道的接收光功率不应超过系统的过载光功率。在设计要求的保护倒换方式下，传输系统保护倒换时间应小于 50ms。

14.2.4 传输系统应配置传输网络管理系统和公务联络系统。传输网络管理中心设备宜设置在运营控制中心。

14.2.5 传输系统宜利用不同路径的两条光缆构成自愈保护环，应满足各种行车安全信息及控制信息不间断地可靠传送。

14.2.6 传输系统的主干光缆容量应满足通信、信号、综合监控等系统对光纤容量的需求，并结合远期发展预留容量。

14.3 无线通信系统

14.3.1 无线通信系统的功能应满足以下要求：

1) 为列车运行控制系统提供数据传输通道，并为运营控制中心调度员、车辆基地调度员、车站值班员等固定用户与列车司机、防灾、维修等移动用户之间提供通信手段。无线通信系统应满足行车安全、应急抢险的需要。

2) 无线通信系统应具有选呼、组呼、全呼、紧急呼叫、呼叫优先级权限等调度通信功能，并应具有监测功能。

3) 在紧急状态下，无线通信系统应支持运营控制中心调度员向列车内的乘客进行广播。

4) 集群调度功能宜设置行车、防灾、维修、车辆基地等调度组。

14.3.2 无线通信系统采用的制式应符合现行国家有关标准的规定。

14.3.3 无线通信系统空间波覆盖的时间地点概率不应小于 90%，漏泄同轴电缆辐射电波的时间地点概率不应小于 95%。

14.4 广播系统

14.4.1 广播系统应由正线广播系统、车辆基地广播系统和列车广播系统组成。应保证运营控制中心调度员和车站值班员向乘客通告列车运行、安全和向导等服务信息，以及向工作人员发布作业命令和通知。

14.4.2 正线广播系统应由运营控制中心设备和车站广播设备组成。运营控制中心广播设备可对全线选站、选路广播，车站广播设备仅对本站管区内进行广播。广播设备应兼有自动和人工两种播音方式。

14.4.3 在站台层公共区域，正线广播系统应提供行车功能广播，消防广播功能宜由机场航站楼广播系统负责，当发生火灾时，捷运广播不应影响消防广播。

14.4.4 列车广播系统可实现运营控制中心调度员通过无线通信系统对运行列车中乘客的语音广播。

14.4.5 车辆基地广播系统应供行车调度指挥人员向与行车直接有关人员发布作业命令及有关安全信息等。

14.4.6 广播系统功放设备总容量应按所有广播负荷区额定功率总和及线路的衰耗确定。功率放大器应按N+1的方式进行热备用，系统应有功放自动检测切换功能。

14.5 时钟系统

14.5.1 旅客捷运系统的时钟系统应提供统一的标准时间信息，为其他各专业子系统提供统一的定时信号。

14.5.2 捷运时钟系统应在运营控制中心设置年历式子钟，可显示年、月、日、时、分、秒。

14.5.3 一级母钟可由机场信息中心提供，并向捷运二级母钟授时。一级母钟应能定时向二级母钟发送时间信号，二级母钟产生的时间信号应能提供给捷运系统其他需要统一时间信息的各专业系统。

14.5.4 二级母钟应配置数字式及指针式多路输出接口，二级母钟自走时精度应在 10^{-6} 以上。

14.6 视频监控系统

14.6.1 视频监视系统应由中心控制设备、车站控制设备、图像摄取、图像显示、图像录制及视频信号传输等部分组成。应为运营控制中心调度员、车站值班员、列车司机等提供有关列车运行、防灾、救灾及乘客疏导等方面提供视频信息。

14.6.2 视频监视系统满足以下功能要求：

1) 视频监视系统应在运营控制中心调度员所在场所设监视、控制装置，在站台门、单体建筑出入口等公共场所，及设有变电所、道岔等重要设备的场所设置摄像机，在车辆客室及轨道线路两旁可设置摄像机。

2) 车站及车上应对监视图像进行录制，运营控制中心可对各车站及车上的录像进行调放。

3) 视频监视系统应具备监视、控制优先级、循环显示、任意定格与锁闭、图像选择、不间断实时录像、摄像范围控制、字符叠加、远程电源控制等功能。

4) 视频监视系统的摄像机和监视终端应采用符合国家广电标准的制式。

5) 视频监视系统的图像数字化编解码技术应采用标准通用的数字编码格式。

6) 视频监视系统的图像录像时间在控制中心、车站和列车内应为90天。

14.7 乘客信息系统

14.7.1 全线各车站站台及车辆客室内应设乘客信息显示屏，显示内容应包括列车到达动态信息，时间信息，乘车须知内容。

14.7.2 乘客信息系统应具有火灾自动报警系统报警联动功能和防止非法入侵功能。

14.7.3 乘客信息系统中心与列车之间的数据传输采用的无线通信系统与用于行车指挥的无线通信系统宜分开建设。

14.8 专用电话系统

14.8.1 专用电话系统应由调度专用主控设备、调度电话、区间电话、录音设备等组成。

14.8.2 专用电话系统应为运营控制中心调度员与各车站、车辆基地的值班员，以及与办理行车业务直接有关的工作人员提供调度通信，并可设置包括行车、电力、防灾、环境与设备监控和维修等专业的调度电话。

14.8.3 调度电话应符合下列规定：

1) 调度电话操作台应具有选呼、组呼、全呼分机和电话会议功能，任何情况下均不得发生阻塞。

2) 调度电话分机可对调度电话操作台进行紧急呼叫和一般呼叫。

3) 运营控制中心各调度电话操作台之间应能进行台间联络。

4) 调度电话系统应具有录音功能，其性能应保证实时记录通话用户名、双方通话内容、时间，并应具有检索和监听功能。

14.8.4 区间电话宜提供区间作业人员与调度员及相关部门人员电话联系，并宜在道岔区处设置电话机箱。

14.9 公务电话系统

14.9.1 捷运系统的公务电话系统应由电话交换设备、电话机及其附属设备组成。该系统应纳入机场公务电话系统，由机场公务电话系统统一管理。

14.9.2 公务电话交换设备应符合以下规定：

1) 具有综合业务数字网络（ISDN）功能，设备间可通过数字中级线或IP网络相连。

2) 容量应根据机构设置、定员、通信业务等因素确定，并根据业务发展预留容量。

3) 宜设置在负荷集中、便于管理的地点。

14.10 电源及接地系统

14.10.1 电源及接地系统应保证对通信设备不间断、无瞬变地供电，并应具有集中监控管理功能。

14.10.2 通信电源系统宜采用综合电源，由一套电源系统统一为弱电专业（含通信）提供各种类型的电源。综合电源系统由电源屏、UPS、蓄电池等设备组成。其中，UPS宜采用冗余配置。

14.10.3 电源系统应采用一级负荷，设备供电方式宜采用交流供电。

14.10.4 接地系统应保证人身、通信设备安全和通信设备的正常工作。

14.10.5 通信系统的接地应符合下列规定：

- 1) 应采用综合接地方式。
- 2) 综合接地电阻值全年内不应大于 1Ω 。
- 3) 分设室外接地体的保护接地及防雷接地的电阻值全年内不应大于 10Ω 。
- 4) 按分设接地方式设置的不同接地体间的距离应大于 20m 。

14.11 通信管线

14.11.1 通信管线的施工场所一般应包括控制中心、车辆基地、车站、变电所、区间及引入通道。通信管线的施工内容应包括支架和吊架安装、桥架安装、保护管安装、通信管道安装和缆线布放等。

14.11.2 支架、吊架的安装应符合以下规定：

- 1) 支架、吊架不应安装在具有较大振动、热源、腐蚀性液滴及排污沟道的位置，也不应安装在具有高温、高压、腐蚀性、易燃易爆等介质的工艺设备、管道及能移动的构筑物上。
- 2) 支架、吊架的安装应牢固可靠；支架与吊架的各臂应连接牢固。
- 3) 区间电缆支架接地方式应符合设计要求，接地连接应可靠。
- 4) 支架、吊架安装应横平竖直、整齐美观，安装位置偏差不宜大于 50mm 。在同一直线段上的支架、吊架应间距均匀，同层托臂应在同一水平面上。

14.11.3 线槽、走线架的安装应符合以下规定：

- 1) 金属线槽的安装应牢固可靠，线槽、走线架与机架连接处应垂直并连接牢固。
- 2) 金属线槽、走线架应接地，线槽接缝处应有连接线或跨接线。
- 3) 预埋线槽时，线槽的连接处、出线口和分线盒等均应进行防水处理。
- 4) 当供电电缆与信号电缆在同一路径用线槽敷设时，宜分线槽敷设。当需敷设在同一线槽内时，应采用带金属隔板的线槽分开敷设。

14.11.4 保护管的施工应符合下列规定：

- 1) 弯曲成形角度不应小于 90° ，弯曲半径不应小于管外径的6倍，弯扁度不应大于该管外径的 $1/10$ 。
- 2) 弯曲处应无凹陷、裂缝，单根保护管的直角弯不应超过两个。
- 3) 管口应采用防火材料进行密封处理。
- 4) 金属保护管应可靠接地，金属保护管连接后应保证整个系统的电气连通性。
- 5) 埋入墙或混凝土内的保护管宜采用整根材料。当需连接时，应在连接处进行防水处理。预埋保护管管口应进行防护处理。

14.11.5 电源线、信号线不应断线和错线，电源线、信号线在管内或线槽内不应有接头和扭结。线间绝缘、组间绝缘应符合设计要求。

14.11.6 当多层水平线槽垂直排列时，布放应按强电、弱电的顺序从上至下排列。线槽内的电源线、信号线应排列整齐，不应扭绞、交叉及溢出线槽。

14.11.7 通信管道应进行试通。通信管道进入建筑物、人手孔时，管孔应进行封堵。

14.12 通信线路

14.12.1 通信线路的施工场所一般应包括控制中心、车辆基地、车站、变电所、区间及引入通道。通信线路的施工内容包括光缆、电缆和漏缆的施工。

14.12.2 光、电缆和漏缆的线路验收前，应对径路复测情况进行确认，并复核隐蔽工程记录。光缆、电缆、漏缆敷设应按设计和配盘要求的盘长敷设，不得任意切断光缆、电缆和漏缆增加接头。

14.12.3 光、电缆的敷设应符合下列规定：

- 1) 敷设径路及光、电缆的端别应符合设计要求。
- 2) 光、电缆在支架上敷设位置应符合设计要求，并应固定牢靠。
- 3) 直埋光、电缆的埋深应符合设计要求。
- 4) 区间光、电缆的敷设，不得侵入设备限界。

14.12.4 在通信管道和人手孔内敷设光、电缆时应符合下列规定：

- 1) 管孔运用应符合设计要求。
- 2) 同一根光、电缆所占各段管道的管孔宜保持一致。
- 3) 光、电缆在人手孔支架上的排列顺序应与光、电缆管孔运用相适应，在人手孔内应避免光、电缆相互交越、交叉，不应阻碍空闲管孔的使用。

14.12.5 直埋光、电缆的线路标桩的埋设应符合设计要求。光电缆标桩应埋设在径路的正上方，接续标桩应埋设在接续点的正上方，标识应清楚。

14.12.6 光缆接续应符合下列规定：

- 1) 芯线按光纤色谱排列顺序对应接续；光纤接续部位应采用热缩加强管保护，加强管收缩应均匀、无气泡。
- 2) 光缆的金属外护套和加强芯应紧固在接头盒内。同一侧的金属外护套与金属加强芯在电气上应连通；两侧的金属外护套、金属加强芯应绝缘。
- 3) 光缆接头盒箱体安装应牢固、密封良好。
- 4) 光纤收容时的余长单端引入引出长度不应小于0.8m，两端引入引出长度不应小于1.2m。
- 5) 光纤收容时的弯曲半径不应小于40mm。

14.12.7 光缆的引入应符合下列规定：

- 1) 光缆引入时，其室内、室外金属护层及金属加强芯应断开，并应彼此绝缘分别接地。
- 2) 光缆引入应在光配线架上或光终端盒中终端，并标识清晰。
- 3) 引入室内的光缆应进行固定并安装牢固。

14.12.8 光缆配线架的安装应符合下列规定：

- 1) 架体安装应牢固可靠，紧固件应齐全并安装牢固。
- 2) 标志应齐全、清晰、耐久可靠；光缆终端区光缆进、出应有标识。
- 3) 光纤收容盘内，光纤的盘留弯曲半径应大于40mm。
- 4) 裸光纤与尾纤的接续应符合本规范的接续相关要求，其接头应加热熔保护管保护，并按顺序排列固定。
- 5) 尾纤应按单元进行盘留，盘留弯曲半径应大于50mm。

14.12.9 电缆接续应符合下列规定：

- 1) 电缆接续时芯线线位应正确、连接可靠，接续完成后应检查无错线、断线，绝缘应良好。
- 2) 直通电缆两侧的金属护层及屏蔽钢带应有效连通。
- 3) 人、手孔内的电缆接头应固定在托板架上，相邻接头放置应错开。
- 4) 电缆接头盒箱体应安装牢固、密封良好。
- 5) 电缆成端的弯曲半径不应小于电缆外径的15倍。

14.12.10 电缆引入应符合下列规定：

- 1) 电缆引入室内时，其室内、室外两侧的屏蔽钢带及金属护层应电气绝缘；外线侧的屏蔽钢带及金属护层应可靠接地；设备侧的屏蔽钢带及金属护层应悬浮。
- 2) 电缆引入室内应终端在配线架或分线盒上，并应标识清楚。
- 3) 电缆引入防护应符合设计要求。

14.12.11 电缆配线架的安装应符合下列规定：

- 1) 配线架的型号、规格和安装位置应符合设计要求，架体安装应牢固可靠，紧固件应齐全并固定牢靠。
- 2) 配线架上的标志应齐全、清晰、耐久可靠，卡接模块上应有标识。
- 3) 接线端子应连接牢固，接触可靠。
- 4) 接线排上任意互不相连的两接线端子之间、任一接线端子和金属固定件之间，其绝缘电阻不应小于 $50M\Omega$ 。
- 5) 总配线架的总地线和交换机的地线应实现等电位连接，引入总配线架的用户电缆其屏蔽层在电路两端应接地，交换机侧进线应在入局界面处与室内地线总汇集排连接接地。

14.12.12 漏缆的吊挂支柱安装应符合下列规定：

- 1) 位置、高度及埋深应符合设计要求。
- 2) 防雷接地应符合设计要求。
- 3) 基础的浇注方式和强度应符合设计要求。
- 4) 漏缆吊挂支柱不得侵入设备限界。

14.12.13 漏缆的夹具安装应符合下列规定：

- 1) 安装位置、间隔、强度及距钢轨面的高度应符合设计要求。当夹具固定在支架上时，支架安装位置、安装强度及距钢轨面的高度应符合设计要求。
- 2) 防火夹具的设置应符合设计要求。

14.12.14 漏缆的敷设应符合下列规定：

- 1) 漏缆应固定牢靠，安装件的固定间隔应符合设计要求。
- 2) 隧道内漏缆架挂位置、漏缆的开口方向应符合设计要求。
- 3) 漏缆不应急剧弯曲，弯曲半径应符合该型号规格漏缆产品的工程应用指标要求。
- 4) 漏缆敷设不得侵入设备限界。

14.12.15 漏缆的接头应连接可靠，装配后接头外部应按设计要求进行防护；固定接头应保持原漏缆结构及开槽间距不变。单根馈线中间不得有接头；馈线在室外与功分器、漏缆连接应可靠，接头处应进行防水处理。

14.13 工程验收

14.13.1 通信工程施工质量验收除应符合供需双方的相关协议规定的要求外，尚应符合现行国家标准《城市轨道交通通信工程质量验收规范》GB50382 的相关规定。

14.13.2 通信工程试验及检验除应符合供需双方的相关协议规定的要求外，还应满足《城市轨道交通通信工程质量验收规范》GB50382 的相关规定。

14.13.3 工程竣工验收应提供的文件和资料包括：原材料和设备合格证、说明书、试验记录，图纸会审记录、变更设计或洽商记录，测试与调试记录，隐蔽工程验收记录，质量评定记录，操作维护手册，竣工报告与竣工图，工程声像资料。

15 信号系统

15.1 一般规定

15.1.1 本章适用于捷运系统的信号系统的设计、施工及验收。

15.1.2 信号系统应由列车自动控制系统、数据通信系统、维护支持系统、电源系统、防雷及接地系统组成，应采用基于无线通信的移动闭塞制式。

15.1.3 信号系统应具有高可靠性、高可用性、高可维护性和高安全性。涉及行车安全的系统、设备及电路应符合“故障-安全”原则，采用的安全系统及设备应通过安全认证。

15.1.4 信号系统应按 GOA4 等级设计，系统结构、设备配置、功能和接口应满足机场捷运运营管理模式和行车组织方式的要求，并应满足智能维护管理的需求。

15.1.5 信号设备应采用集中布置原则，正线和车辆基地控制设备宜合设。

15.1.6 信号系统宜具备单线穿梭运行、灵活编组、与航班联动功能。

15.1.7 信号系统的车载设备不得超过车辆轮廓线，地面设备不得侵入设备限界。

15.1.8 信号系统应满足环保要求，并具有良好的电磁兼容性。

15.1.9 信号系统宜具备与其他相同制式线路信号系统互联互通的能力。

15.1.10 信号系统网络安全等级保护措施应满足 GB/T 22239 对信息安全保护三级的要求。

15.1.11 信号系统的基本信号显示应符合现行国家标准《城市轨道交通信号系统通用技术条件》GB/T 12758 的相关要求。

15.1.12 信号系统的机房环境应满足设备运用的要求，并应符合现行国家标准《数据中心设计规范》GB50174 的有关规定。

15.2 列车自动控制系统

15.2.1 列车自动控制系统应由列车自动监控（ATS）系统、列车自动防护（ATP）系统、列车自动运行（ATO）系统和计算机联锁（CI）系统组成。

15.2.2 列车自动控制系统应符合下列规定：

1) 系统应具备连续式通信的列车控制级别（CBTC）和联锁控制级别。CBTC级别下应具备全自动运行功能。

2) 系统应支持多种驾驶模式，驾驶模式应与列车控制级别相对应。

3)系统应以中央集中控制为主,并应具备本地应急控制能力,紧急情况下可通过紧急关闭按钮等设备实现应急控制功能。

4)系统监控范围应结合线路和站场规模设计,系统监控能力应与线路规模、运行能力相适应。

5)系统应满足与车辆、通信、综合监控、道岔、站台门、洗车机等系统接口的要求。

6)当采用计轴等作为列车位置辅助检测设备时,系统应能判断检测设备的故障,列车位置辅助检测设备故障不应影响CBTC级别列车的正常运营。

7)ATP、CI宜采用“二乘二取二”安全冗余架构,ATP、CI的安全完整性应达到SIL4等级,ATS、ATO的安全完整性应达到SIL2。

8)列车编组最小采用一节编组时,宜全车配置一套车载安全计算机、休眠唤醒单元、测速设备和定位设备,两端应分别设置一套人机界面和驾驶室按钮/开关。

9)具备休眠/唤醒功能的区域,可设置用于列车休眠和上电后静态定位的应答器。

10)头尾两端休眠唤醒单元可同时向列车输出休眠唤醒命令。

11)信号车载人机界面和车载网络可与列车网络与控制系统(TCMS)合设。

15.2.3 列车自动控制系统的全自动运行功能应包括列车休眠,列车唤醒,自动出库、自动回库,正线/车辆基地全自动运行,全自动折返,跳跃对标,站台门/车门对位隔离,SPKS防护,清客确认,自动洗车,列车清扫,蠕动模式运行,远程故障复位,以及车辆火灾、站台火灾联动等,并宜具备远程重启车载设备的功能,可根据线路情况配备雨雪模式功能。

15.2.4 列车自动控制系统的驾驶模式应符合下列规定:

1)驾驶模式应包括全自动运行模式(FAM)、蠕动模式(CAM)、列车自动驾驶模式(AM)、列车自动防护下的人工驾驶模式(CM)、限制人工驾驶模式(RM)、非限制人工驾驶模式(EUM),宜具备远程限速运行模式(FRM)。

2)ATC控制区域与非ATC控制区域的边界处应设置驾驶模式转换区域。转换区域的设置应根据车辆性能、线路条件和模式转换需求等综合确定,转换区域长度宜大于最大编组列车长度,并宜设置在平直区段。

3)非限制人工驾驶模式与限制人工驾驶模式间的转换应在停车状态下进行。

4)ATC控制区域内使用非限制人工驾驶模式应有铅封、记录或授权指令等措施。

15.2.5 列车自动控制系统与车辆的接口应符合以下规定:

1)与车辆接口应包含硬线接口及通信(网络)接口。涉及行车安全的接口宜采用硬线接口方式。

2)与车辆的接口信息应满足全自动运行的要求。

3)向车辆输出的模拟量接口应与通信(网络)接口冗余传输信息。

4)与车辆通信(网络)接口宜采用以太网或MVB接口方式。

5)与车辆TCMS接口应具备记录功能,记录内容应包括输出给车辆的指令、车辆执行情况的反馈等。

6)应具备与车辆恒速(车辆3km/h~5km/h)自动洗车模式接口。

15.2.6 列车自动控制系统的的天性、可靠性、可用性、可维护性要求及性能指标应满足《城市轨道交通CBTC信号系统规范》T/CAMET 04018的相关要求。

15.3 列车自动监控系统

15.3.1 列车自动监控系统应设置控制中心设备，主要包括服务器、工作站、网络设备、接口设备、打印机等；其中服务器、接口设备可采用云部署方案。可按需设置备用控制中心，备用控制中心设备可采用冗余布置。控制中心与备用控制中心应设置于不同物理场所。

15.3.2 列车自动监控系统宜与综合监控系统集成，实现以行车指挥为核心的中央调度。

15.3.3 列车自动监控系统应具有下列功能：

- 1) 列车自动识别、跟踪、车次号显示。
- 2) 列车运行和设备状态自动监视。
- 3) 进路自动/人工控制。
- 4) 运行图编制及管理。
- 5) 列车运行自动调整。
- 6) 操作与数据记录、回放、输出及统计处理。
- 7) 列车及乘务员运用计划管理。
- 8) 列车运行模拟及培训。
- 9) 全自动运行相关功能等。

15.3.4 列车自动监控系统应与列车自动防护、列车自动运行、联锁、无线通信、广播、时钟、乘客信息、综合监控、站台门接口，并宜具备与机场航班信息系统的接口。

15.4 列车自动防护系统

15.4.1 列车自动防护系统应由地面设备及车载设备组成。地面设备一般应包括地面计算机设备、列车位置检测设备及相关接口；车载设备一般应包括车载计算机设备、测速设备、定位设备及相关接口等。

15.4.2 列车自动防护系统应具有下列功能：

- 1) 检测列车位置，实现列车间隔控制和进路控制。
- 2) 监督列车运行速度，实现列车超速防护控制。
- 3) 防止列车退行等非预期移动。
- 4) 为列车车门、站台门的开闭提供安全监督信息。
- 5) 实现车载信号设备的日检。
- 6) 操作记录功能。
- 7) 全自动运行的相关功能等。

15.4.3 列车自动防护系统应能对列车自动连挂/解编提供安全防护。

15.5 列车自动运行系统

15.5.1 列车自动运行系统应由地面设备和车载设备组成。地面设备一般应包括轨旁定位设备和列车自动运行接口等，列车自动运行系统可利用列车自动防护系统的轨旁设备；车载设备一般应包括车载计算机及相关接口等设备。

15.5.2 列车自动运行系统应具有下列功能：

- 1) 站间自动运行。
- 2) 列车运行自动调整。
- 3) 车站定点停车。
- 4) 列车自动折返。

- 5) 列车车门、站台门控制。
- 6) 列车运行节能控制。
- 7) 全自动运行相关功能等。

15.5.3 当采用储能供电时，列车自动运行系统控制列车发车时宜考虑储能剩余电量。

15.6 联锁系统

15.6.1 联锁系统应由室内控制设备和室外轨旁设备组成。室内控制设备一般应包括联锁控制设备、操作工作站、维护工作站及接口设备，其中操作工作站宜与ATS操作工作站合设；室外轨旁设备一般应包括信号机、列车占用检测设备等。

15.6.2 联锁系统应具有下列功能：

- 1) 应按一定程序和条件控制道岔、信号，建立列车或调车进路。
- 2) 应与列车运行控制和行车指挥等系统结合，实现进路的人工或自动控制。
- 3) 应显示区段和进路状态、信号开放和道岔状态、中心控制和紧急控制等各种表示和声光报警。
- 4) 应能实现车站有关进路、折返进路的自动排列。
- 5) 进路解锁宜采用分段解锁方式。锁闭的进路应能跟随列车正常运行自动解锁、人工办理取消进路和延时解锁，并不得错误解锁。延时解锁时间应保证行车安全。
- 6) 联锁道岔应能单独操纵及进路选动，道岔可单独锁闭、单独解锁，并可进行封锁和解封。
- 7) 区段封锁、区段解封等功能。

15.6.3 联锁系统宜采用全电子联锁，采用全电子联锁时，全电子执行模块应冗余配置。

15.6.4 联锁系统除与列车自动监控、列车自动防护等系统接口外，尚应与道岔、洗车机、站台门等接口。

15.7 数据通信系统

15.7.1 数据通信系统应由车地无线通信设备、地面数据传输与交换设备、网络管理设备等组成。

15.7.2 数据通信系统应具有下列主要功能：

- 1) 实现信号系统内各设备的网络连接与信息传输。
- 2) 具备点对点、点对多点间数据通信能力。
- 3) 具备VLAN划分功能，实现对各应用业务数据的分类。
- 4) 具备对网络设备的管理功能。
- 5) 具备多种方式和层次的访问控制安全机制等功能。

15.8 维护支持系统

15.8.1 维护支持系统应由集中监测设备、各系统维护终端设备、服务器、工作站、网络设备、接口设备、打印机等组成，其中服务器、接口设备可采用云部署方案。

15.8.2 维护支持子系统的监测范围宜包括控制中心、正线、车辆基地及车辆。

15.8.3 维护支持系统应具有下列功能：

- 1) 整个信号系统运行状态、应用数据及报警信息等的采集。
- 2) 信号机、电源屏、外电网、不间断电源、道岔接口、洗车机接口等的状态监测功能及异常报警功能。
- 3) 根据故障性质进行分等级报警。
- 4) 对各子系统的原始监测数据及报警信息进行储存与检索。
- 5) 对系统的历史运行情况进行回放重现。

15.8.4 维护支持系统的显示应满足设计要求，并应与实际状态应一致。

15.8.5 维护支持系统的历史数据保存周期不小于1年。

15.8.6 机场捷运设置综合智能运维系统时，维护支持系统直接入综合智能运维系统。

15.9 供电及其他要求

15.9.1 信号系统的电源系统应包括地面和车载两部分。电源系统的供电应符合下列规定：

- 1) 供电负荷等级应为一级负荷，设两路独立电源。
- 2) 车载设备应由车辆专业提供直流电源。
- 3) 信号设备专用交流、直流电源应对地绝缘。
- 4) 输出至室外的设备供电回路应采用隔离供电方式。
- 5) 电源设备宜具有远程监测功能或纳入维护支持系统监测。

15.9.2 地面电源系统宜采用综合电源，由一套电源系统统一为弱电专业（含信号）提供各种类型的电源。综合电源系统由电源屏、UPS、蓄电池等设备组成。其中，UPS宜采用冗余配置。

15.9.3 综合电源系统除提供优质、稳定的不间断电源，还应提供分时断电功能，满足各个系统不同的后备用电时间。

15.9.4 信号系统的防雷及接地系统应符合下列规定：

- 1) 应设工作接地、保护接地、屏蔽接地和防雷接地等，并宜采用综合接地系统，其接地电阻值不应大于 $1\ \Omega$ 。
- 2) 当未设置综合接地系统，可采用分散接地方式，接地电阻值不大于 $4\ \Omega$ 。
- 3) 车载信号设备的地线应经车辆接地装置接地。
- 4) 防雷与接地应按现行国家标准《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB 50343的有关规定执行。

15.9.5 轨旁设备安装应符合下列要求：

- 1) 信号机及无线天线宜在轨道梁侧面、隧道侧壁或疏散通道上方进行固定安装。
- 2) 应答器应结合车辆上的应答器信息接收天线的安装情况确定安装位置。
- 3) 计轴传感器应结合车辆车轮或感应钢板的情况确定安装位置，计轴传感器安装后不应侵入设备限界，在保证探测性能的前提下，宜与设备限界间留有安全间隙。

15.9.6 信号设备用房与通信、综合监控等其他弱电设备用房可合设。

15.9.7 信号系统供电线路应符合下列规定：

- 1) 信号系统应采用低烟、无卤、阻燃线缆，阻燃等级可采用B级。
- 2) 信号机、道岔箱、计轴等的室外信号设备的电缆宜采用分缆设计。

15.10 工程验收

15.10.1 捷运系统信号系统工程验收内容一般应包括列车自动监控系统、列车自动防护系统、列车自动运行系统、联锁系统、数据通信系统、维护支持系统、电源系统、防雷及接地系统等。

15.10.2 捷运系统信号系统工程试验及检验、工程施工质量验收除应符合供需双方签订的相关协议规定的要求外,尚应符合现行国家标准《城市轨道交通信号工程施工质量验收规范》GB 50578 的有关规定。

15.10.3 工程竣工验收应提供的文件和资料包括:原材料和设备合格证、说明书、试验记录,图纸会审记录、变更设计或洽商记录,测试与调试记录,隐蔽工程验收记录,质量评定记录,操作手册与维护手册,竣工报告,系统安全认证证书,竣工图,工程声像资料等。

16 中央调度系统

16.1 一般规定

16.1.1 本章适用于捷运系统的中央调度系统工程的设计、施工及验收。

16.1.2 中央调度系统应由综合监控系统 (ISCS)、环境设备监测系统 (BAS)、变电所综合自动化系统 (PSCADA)、门禁 (ACS) 系统、云平台组成。

16.1.3 中央调度系统中央级系统应集成列车设备监测系统、信号系统 (ATS); 界面集成站台门系统 (PSD)、乘客信息系统 (PIS)、视频监控系统 (CCTV)、广播系统 (PA)、门禁系统 (ACS); 接口互联无线调度系统、时钟系统 (CLK)、火灾自动报警系统 (FAS)、机场信息中心 (ITC) 等。

16.1.4 中央调度系统一般应基于捷运系统云平台大数据平台基础上,实施多专业设备监视、数据展示,指令提示等功能。

16.1.5 中央调度系统应采用计算机及网络技术、云平台技术、边缘计算技术、自动控制技术和通信技术组成工业自动化与信息化融合的综合管理系统。

16.1.6 中央调度系统应满足民用机场全面物联、数据共享、协同高效、智能运行的要求。

16.1.7 中央调度系统应满足资源集约节约、安全可靠、功能合理、低碳运行、经济适用、环境友好和技术先进的要求。

16.1.8 中央调度系统应采用热备、冗余、分层、分布式 C/S 结构。采用 TCP/IP 协议,开放、可靠、易扩展的原则进行设计。

16.1.9 中央调度系统车站级功能应由中央级或车站级实现,能够支撑捷运系统的客服管理模式。

16.1.10 中央调度系统应采用低烟、无卤、阻燃线缆,线缆阻燃等级可采用 B 级。

16.1.11 中央调度系统应做好防雷措施,线缆引入箱/柜后应做好防火封堵。

16.2 综合监控系统

16.2.1 综合监控系统应集成列车自动监控系统（ATS），建立以行车指挥系统为核心的综合监控系统。

16.2.2 综合监控系统应集成电力监控系统、环境与设备监控系统；宜互联视频监控系统、广播系统、乘客信息系统、门禁系统、时钟系统、站台门、火灾自动报警系统。

16.2.3 综合监控系统应设置大屏幕显示系统作为综合行车监控信息的集中显示，大屏幕显示系统也能为其它系统提供信息显示服务。

16.2.4 综合监控系统宜设置多专业综合调度操作员工作站。综合调度岗位应满足调度行车调度、供电调度、环境与设备调度、车辆调度、乘客调度、维修调度、总调度台等调度岗位需求。

16.2.5 综合监控系统宜设置综合网络管理系统和综合培训管理系统，并可根据需要设置仿真测试平台。

16.2.6 综合监控系统骨干网宜利用通信系统传输网络组网；网络设备、服务器、接口设备宜采用冗余配置，应可独立配置或结合云平台统一建设。

16.2.7 综合监控系统应包括数据的接口层、处理层、应用层三个逻辑层；软件应具备接入信息化管理系统或更高一级管理系统功能。

16.2.8 综合监控系统应将实时监控与运营管理模式相适应，将实时数据与事务管理数据相结合，满足行车指挥、机电设备监控和管理、防灾和安全等运营管理需要。

16.2.9 综合监控系统应满足国家标准《信息安全技术-工业控制系统信息安全分级规范》GB/T 36324 中的三级等保要求。

16.3 环境与设备监控系统

16.3.1 环境与设备监控系统应具有中心和车站两级管理及中心、车站、就地三级控制的功能；监控范围应包括车站、区间、车辆基地，也可包括控制中心；宜根据机电设备智能化需求，设置机电智能运维系统。

16.3.2 环境与设备监控系统应按全线车站及区间同一时间只发生一次火灾的原则设定救灾模式，与航站楼连通的车站也应按同一时间只发生一次火灾的原则设定救灾模式。

16.3.3 环境与设备监控系统应通过边缘控制器实现对设备的监控功能以及数据采集、数据处理、数据分析功能，通过中央调度系统、智能运维系统，应实现数据存储、数据展现功能。

16.3.2 环境与设备监控系统设备应选择高可靠性、容错性、可维护性的工业级控制设备；事故通风与排烟系统设备的监控应采取冗余措施。

16.4 电力监控系统

16.4.1 电力监控系统应包括电力调度系统（主站）、变电所综合自动化系统（子站）及联系主站和子站的专用数据传输通道。主站设备应按双冗余系统的原则进行配置，子站设备的通信规约应对用户完全开放。

16.4.2 电力监控系统功能应包括遥控、遥信、遥测、遥调，并应具备数据传输及处理、故障信息处理及统计报表、设备状态显示画面、自检、维护和扩展、信息查询、安全管理、系统组态、在线检测、时钟同步、培训等功能，应满足变电所无人值守的运行要求。

16.4.3 电力监控系统的设备选型、系统容量和功能配置应满足系统稳定的需要。

16.4.4 电力监控系统所包含的电力调度中心、通信通道及供电复示系统均集成于综合监控系统，各变电所综合自动化系统可脱离综合监控系统独立运行。

16.4.5 电力监控系统的远动数据通道宜采用通信系统的数据通道。

16.4.6 电力监控系统的主要技术指标应符合下列规定：

- 1) 遥控命令传送时间应不大于1s。
- 2) 遥信变位传送时间应不大于2s。
- 3) 遥控正确率应不低于99.9%。
- 4) 遥控成功率应不低于99.9%。
- 5) 遥信正确率应不低于99.9%。
- 6) 遥测综合误差应不大于1.5%。
- 7) 双机自动切换时间应不大于20s。
- 8) 画面调用响应时间应不大于0.5s。
- 9) 数据传输通道通信传输速率应不低于100Mbps。
- 10) 设备平均无故障间隔时间（MTBF）应不低于50000h。

16.5 门禁系统

16.5.1 中央调度系统的门禁子系统的门禁授权、监管宜由机场安防部门统一授权管理。

16.5.2 门禁系统宜由中央级系统、车站级系统、现场级系统、终端设备及锁体、传输网络、配电箱、电源及门禁卡等组成。

16.5.3 设有门禁装置的通道门应实现与火灾自动报警系统的联动控制。具备当火灾发生时，电子锁应能接收来自火灾自动报警系统的火灾信号，应具备断电自动释放功能，确保消防疏散通道畅通。

16.5.4 门禁系统应满足民航机场安防系统安全等级保护要求。

16.6 云平台

16.6.1 云平台构建应结合捷运系统规划，一般应由中心级云平台、站段边缘控制云节点构成；根据运营管理需求及业务应用系统的部署需求，站段级云节点宜设置于车站、车辆段、停车场。

16.6.2 云平台应完全承载中央调度系统、智能运维系统、乘客信息系统；宜承载视频监控系统的视频监视与控制功能。

16.6.3 云平台的构建应符合以下规定：

- 1) 应遵循资源共享的原则，应充分利用既有信息系统资源并考虑与既有信息系统的互联互通、信息共享。
- 2) 应采用分布式架构、模块化设计，在系统架构及功能方面应具备良好的可扩展性。
- 3) 应根据业务应用系统的安全需求，合理确定云平台网络安全等级保护级别，并采取适宜的技术措施。
- 4) 应具备统一、智能化的运营管理和运维管理能力。

16.6.4 云平台基础设施的关键设备应具备高可靠性，重要组件应负载分担，关键组件应热备份，并应具备故障自动切换功能。

16.6.5 捷运系统云平台逻辑架构宜包括基础设施即服务（IaaS）层、平台即服务（PaaS）层和软件即服务（SaaS）层。

16.6.6 云平台计算机网络应划分为安全生产网、内部管理网、外部服务网，其网络架构应符合相关规定。满足数据库、中间件、大数据、开发测试等服务平台承载的需求；应适应相关服务平台调整及扩展的需求。

16.6.7 云平台机房相关的建筑、结构、空调、电气、智能化系统、给排水、消防等基础设施宜按《数据中心设计规范》GB50174 不低于 B 级标准设计及建设，站段级云节点机房相关的基础设施宜按照不低于 C 级标准设计及建设。

16.7 管线敷设

16.7.1 中央调度系统管线敷设的施工场所应包括控制中心、车辆基地、车站、变电所、区间及引入通道。管线敷设的验收内容应包括保护管、支吊架、桥架、防火封堵、区间电缆托架、爬架、卡具的安装、机柜底座及机柜安装，以及施工场所对应的缆线布放。

16.7.2 中央调度系统管线敷设应采取抗电磁干扰措施。

16.7.3 埋入墙或混凝土内的保护管宜采用整根材料；当需连接时，应在连接处进行防水处理。预埋保护管管口应进行防护处理。

16.7.4 预埋保护管增设接线盒的位置及固定应符合设计要求；接线盒开口朝向应方便施工；接线盒的表面应与墙面平齐，误差应小于 2mm。

16.7.5 安装金属线槽及保护管用的支吊架间距应符合设计要求。

16.7.6 室内设备底座安装前，根据室内设备平面布置图，将机柜底座与防静电地板网格线对齐，若机柜尺寸出现偏差，按照“机柜门处水平投影与静电地板网格平行”原则调整。

16.8 工程验收

16.8.1 捷运系统中央调度系统工程施工质量验收除应符合业主与供货商双方的合同、协议、会议纪要等约束，还应符合《智慧城市轨道交通信息技术架构及网络安全规范》T/CAMET 11001、《城市轨道交通云平台构建技术规范》T/CAMET 11002、《城市轨道交通综合监控系统工程技术标准》GB/T 50636、《综合布线工程验收规范》GB50312 和《地下铁道工程施工及验收规范》GB50299 中的相关规定。

16.8.2 工程竣工验收应提供的文件和资料包括：原材料和设备合格证、说明书、试验记录，图纸会审记录、变更设计或洽商记录，测试与调试记录，质量评定记录，操作手册与维护手册，系统安全认证证书，竣工图，工程声像资料等。

17 火灾自动报警系统

17.1 一般规定

17.1.1 本章适用于捷运系统火灾自动报警系统工程的设计、施工及验收。

17.1.2 火灾自动报警系统宜采用中心级、车站级和就地级三级网络架构，宜与中央调度系统互联。火灾自动报警系统中心级监控终端应设置在线路运营控制中心值班室内。

17.1.3 捷运车站、区间隧道、区间变电所及系统设备用房、控制中心、车辆基地、主变电所、集中冷站等场所应设置火灾自动报警系统。

17.1.4 火灾自动报警系统应直接监控消防专用设备；设有门禁装置的通道门应实现与火灾自动报警系统的联动控制。由其他监控系统监控的日常运行和火灾时均需控制的设备，火灾时监控系统应优先接受火灾自动报警系统的指令进行控制。

17.1.5 宜根据火灾运行模式自动或手动控制车站站台屏蔽门的开启或关闭，并显示工作状态。

17.1.6 消防应急广播系统宜与正线运营广播系统、车辆基地广播系统合用。应自动或手动将广播转换为火灾应急广播状态，火灾应急广播应与火灾声警报器分时交替工作。

17.1.7 当捷运车站位于航站楼内，且捷运车站采用无人值守时，捷运系统火灾自动报警系统宜与航站楼火灾自动报警系统合设。

17.1.8 当捷运车站位于航站楼内，且消防应急广播与航站楼消防应急广播存在声音交叉时，应当以航站楼消防应急广播播放内容为主，捷运消防应急广播此时停止播放。

17.1.9 当捷运车站位于航站楼外或与航站楼相邻需通道同行，且捷运车站采用有人值守，捷运车站应与捷运工程毗邻的航站楼、商业等非捷运功能场所，实现火灾自动报警信息交互。

17.1.10 当列车采用 GOA4 自动化等级运行时，列车车厢应设火灾自动报警系统，并应将火灾报警信息实时传至运营控制中心。

17.1.11 消防控制室应能监控管辖范围内的火灾报警及联动控制系统、消火栓系统、自动灭火系统、防烟排烟系统、防火门与卷帘系统、消防电源、电气火灾监控系统、防火门监控系统、可燃气体探测报警系统、消防应急照明与疏散指示系统、火灾警报器、消防通讯等各类消防系统和消防设备设施，并应显示各类消防设备的状态信息和消防设施管理信息。

17.2 管线敷设

17.2.1 火灾自动报警系统的供电线路、消防联动控制线路应采用具有阻燃性能的耐火铜芯电线电缆，报警总线、消防应急广播和消防专用电话等传输线路应采用阻燃或具有阻燃性能的耐火铜芯电线电缆。

17.2.2 火灾自动报警系统管线敷设应采取抗电磁干扰措施。信号线与电源线不应共用一条电缆，也不应敷设在同一根金属管内。信号线应采用屏蔽线缆，应保持屏蔽层的连续性，屏蔽层宜单点接地。

17.2.3 火灾自动报警系统的传输线路，除采用埋地敷设或铠装电缆外，应采用穿金属管或封闭式线槽保护方式布线。

17.2.4 水平敷设的火灾自动报警系统的传输线路，当采用穿管布线时，除报警总线外，不同防火分区的线路不应穿入同一根管内。

17.2.5 当采用屏蔽布线系统时，应保持系统中屏蔽层的连续性，屏蔽层宜一点接地。

17.2.6 电线电缆贯穿隔墙、楼板的孔洞处均应防火封堵。

17.3 设备安装

17.3.1 捷运车站的公共区、设备机房、管理用房、库房、走廊、配电室、电缆间、母婴室、茶水间、电缆隧道或夹层及长度超过 60m 的出入口通道应设置火灾探测器。

17.3.2 车辆基地、主变电所、集中冷站、控制中心等处的设备用房、车辆停放用房、电缆隧道或夹层及设有机械排烟系统的区域、维修用房、管理用房、办公用房等场所，应设置火灾探测器。

17.3.3 设置气体自动灭火的房间应设置两种类型火灾自动探测器。

17.3.4 地下区间隧道、长度超过 30m 的出入口通道应设置手动火灾报警按钮，且区间隧道内手动火灾报警按钮宜与区间消火栓的位置结合设置。

17.3.5 车站公共区、出入口及通道、设备区走廊应设置火灾声光警报装置，并宜具有语音提示功能。

17.3.6 区间隧道动力电缆电气火灾监控探测器设置应接入电气火灾监控器。

17.3.7 捷运线路应设置消防专用电话系统。

17.4 供电与接地

17.4.1 火灾自动报警系统应设有主电源和直流备用电源；主电源的负荷等级应为一级。

17.4.2 火灾自动报警系统直流备用电源宜采用专用蓄电池或集中设置的蓄电池组供电，其容量应保证主电源断电后，系统在火灾状态同时工作负荷条件下连续供电 3h。采用集中设置蓄电池时，火灾报警控制器供电回路应单独设置。

17.4.3 火灾自动报警系统图形显示装置、消防通信设备等的电源，宜由不间断电源装置或消防设备应急电源供电。

17.4.4 消防用电设备应采用专用的供电回路，其配电线路和控制回路宜按防火分区划分。

17.5 工程验收

17.5.1 捷运系统火灾自动报警系统工程施工质量验收应符合业主与供货商双方的技术协议，应符合国家现行标准。

17.5.2 工程竣工验收应提供的文件和资料包括：原材料和设备合格证、说明书、试验记录，图纸会审记录、变更设计或洽商记录，测试与调试记录，质量评定记录，操作手册与维护手册，竣工报告，竣工图，工程声像资料等。

18 智能运维

18.1 一般规定

18.1.1 本章适用于捷运系统的智能运维系统的设计、施工及验收。

18.1.2 智能运维系统应由全景驾驶舱、智慧运维管理、专业智能运维、智慧数据分析组成。

18.1.3 智能运维系统应采用可靠性设计，采用主备冗余结构，实现系统横向和纵向冗余，并满足系统故障或灾害不扩散、不传播的原则，应具有扩展性和开放性。

18.1.4 智能运维系统应满足基于设备全息感知、系统集成联控、业务场景联动、终端精准点控、高度自运转、机场应急协调联动六大方面构建全时全景的智能运维系统模式，支撑跨座式单轨旅客捷运系统集中值守和车站无人值守的客服管理模式。

18.1.5 智能运维系统应满足接入捷运云大数据平台，与大捷运云大数据平台实现数据的互通，实现对各类设备监视、数据展示，指令提示等功能。

18.1.6 智能运维系统应提供高质量、高效率的智能化信息管理系统，辅助实现管理流程自动化、数据采集自主化、统计分析智能化，为提升维修策略提供技术路线。

18.1.7 智能运维系统应采用低烟、无卤、阻燃线缆，线缆阻燃等级可采用 B 级。

18.2 全景驾驶舱

18.2.1 全景驾驶舱应采用全时全景、三维可视化技术，实现车站客流、全线环境、全线场景、列车状态等监视功能与全线多专业联动功能监视。

18.2.2 全景驾驶舱应采用三维可视化技术、模型轻量化技术，实现对整体场景、车站结构布局、设备设施分布、车站环境、设备运行状态及动作、乘客紧急疏散路线等的三维可视化展示功能，并可实现对三维图形的放大、缩小、旋转等操作。

18.2.3 全景驾驶舱三维建模应结合动态设备状态形成三维虚拟现实场景，主要动态渲染宜包括：列车到站/离站，站台门开关，视频监控，环境参数，设备报警，设备信息等，辅助运营直观了解当前运营状态。

18.2.4 全景驾驶舱应结合虚拟现实场景，支持视频接入，进行视频巡视操作，辅助站务直观的了解当前的机场捷运站。

18.2.5 全景驾驶舱应与站内客运组织，运维管理，乘客服务等其他业务系统的有机融合设计，可直观的反映车站客运管理、设备运管的整体情况。

18.2.6 全景驾驶舱应具备关键指标信息统一显示功能。宜根据用户岗位，提供满足岗位需求的工作页面。

18.2.7 全景驾驶舱应支持自动巡检功能，并可自定义设定巡检顺序，巡检路线。巡检应具备事件回溯功能。

18.3 智慧运维管理

18.3.1 智慧运维管理应包括运维管理、运营管理相关系统信息化业务等，满足数字化流程驱动，实现安全、高效人机协同的扁平化管理需求。

18.3.2 智慧运维管理宜包含对捷运范围内的设备监测模块、运营维护维修管理模块、运维管理模块、运营信息模块、运营准备模块、人员管理模块、资产管理模块、无线单兵系统模块等功能模块。各功能模块应满足以下功能要求：

1) 设备监测模块应对捷运各系统设备分类进行集中、实时数据监测，关联设备健康度信息以及工单信息。

2) 运营维护维修管理模块应满足设备资产投产运营过程中的各项检修任务的相关管理要求，实现对设备的全方位集中管理。

3) 运营管理模块应满足对捷运系统运营信息、运营准备、人员管理、客运服务、能源管理、配置管理相结合,建立运营管理一线工作的管理平台,规范相关业务流程,提供智慧化、信息化、简明化、高效化管理工具,提升工作效率,提高服务水平。

4) 运营信息模块应包括车站信息、排班信息、运营模式以及工作日志等功能。

5) 运营准备模块应通过捷运系统视频监控设备,对屏蔽门状态、站线巡视(含落轨梯两端)等进行实时视频检查。巡检过程中可暂停巡检事件,记录当前异常事项,检查项完成后自动存储过程记录,具备事件回溯功能。

6) 人员管理模块应满足对人员信息和组织架构的新增、删除、修改等功能;应满足根据登录用户的角色不同,对不同对象提供不同的工作页面,直观展示用户岗位关注的指标信息,支持不同岗位用户,浏览不同权限页面;应满足不同职位按照相应的排班规则排班;对各岗位设置岗位班制、排班规则后,生成员工每日班次信息的过程。员工能在班表中查看自己的排班信息等排班管理功能。

7) 资产管理模块应满足以物资管理信息化、标准化、精细化为管理目标,对网络化线网运营物资仓储、采购、质检管理为核心,从物资需求申请、采购、入库、领用各环节,实现“库存可追溯、资产可跟踪”功能。

8) 无线单兵系统应满足3G/4G/5G/WiFi下与智能运维平台的网络传输功能,实现对运维人员的远程采集和远程指挥,现场图像进行实时采集和本地化存储,图片浏览、音视频录像文件的回放;满足语言与视频实时文字与图像通讯等功能。

18.3.3 智慧运维管理应将生产数据交换与统一资源调度分配等功能相结合,形成全方位信息导向、立体式业务交互、高效式联动机制的智慧运维管理系统。

18.4 专业智能运维

18.4.1 专业智能运维应包括机电设备智能运维、信号智能运维、车辆智能运维、道岔智能运维、通信智能运维、供电智能运维。

18.4.2 机电设备智能运维应满足对机电设备在线监视,采用多维度的数据采集,通过数据挖掘分析,利用智能算法实现重点设备的健康状况评估和故障诊断预测。

18.4.3 信号智能运维应满足对信号设备状态在线监视与回溯、故障报警诊断分析、历史数据查询等功能。

18.4.4 车辆智能运维应满足在线监测系统(含报警中心和视频监控)功能、专家系统功能、数据中台系统、运维报告系统、车辆档案库系统等功能。

18.4.5 道岔智能运维应具备道岔实时状态、运转数据和环境数据等信息采集功能,并提供道岔故障诊断信息。通过分析处理历史数据对道岔进行预诊断,提供道岔维保信息。

18.4.6 通信智能运维应满足综合网管、通信设备运行统计、集中告警、日志统计等功能。

18.4.7 供电智能运维应满足对变电所的全方位监控,实现对变压器、开关柜、整流器等设备的实时在线监测、远程视频巡检,智能图像识别等功能。满足对变电所设备运行的安全保障及智能维护,故障预警、诊断等需求。

18.4.8 专业智能运维应能构建安全、高效、可靠、智能、精细的设备故障预测与设备健康管理。

18.4.9 专业智能运维应满足以行车指挥为核心的全自动综合智能调度体系功能,以乘客服务和无人值守为核心的全自动智能车站功能、多专业一体化综合智能维修调度功能;应能通过智能运维门户向用户呈现系统功能。

18.5 智慧数据分析

18.5.1 智慧数据分析功能应满足传统运营生产及智能运维管理中设备数据的采集与融合的功能,实现各系统生产数据、运营核心主数据、领域知识数据、运维管理数据的梳理、提炼、集成、分析、关联挖掘和重构,实现数据的统一管理和深度挖掘。

18.5.2 智慧数据分析应通过全线运营、运维大数据,包括但不限于:故障报警数据、工单数据、专业日志数据、报文数据、历史测点数据等进行多维度综合分析等功能。

18.5.3 智慧数据分析应满足对设施设备精准维护维修为导向,结合数据挖掘技术、人工智能等手段,从故障统计分析、设备专项分析等角度充分分析、提炼各项运维关注的重要数据指标,为运维决策提供数据支撑等功能。

18.6 工程验收

18.6.1 智能运维系统的工程验收应在各单体设备、各子系统验收通过后进行。

18.6.2 智能运维系统的工程验收应符合供需双方相关协议规定的要求。

18.6.3 工程竣工验收应提供的文件和资料包括:原材料和设备合格证、说明书、试验记录,图纸会审记录、变更设计或洽商记录,测试与调试记录,质量评定记录,操作手册与维护手册,竣工图,工程声像资料等。

19 站台屏蔽门

19.1 一般规定

19.1.1 本章适用于捷运系统的站台屏蔽门系统工程的设计、施工及验收。

19.1.2 站台屏蔽门系统工程的设计、施工及验收除应满足本规范的规定外,尚应符合《城市轨道交通站台屏蔽门》CJ/T 236、《城市轨道交通站台屏蔽门系统技术规范》CJJ 183、《跨座式单轨交通设计标准》GB/T 50458和《综合布线系统工程设计规范》GB 50311及国家现行有关标准中的相关规定。

19.1.3 站台屏蔽门系统应由门体、门机、电源及控制系统四部分组成,应保证乘客顺利通过,满足列车停靠在站台任意位置时车上乘客的应急疏散需要。

19.1.4 站台屏蔽门的类型应根据气候环境条件、车站建筑形式、服务水平、通风与空调制式等因素综合选定。

19.1.5 站台屏蔽门系统的设计应遵循安全、可靠、可维护、可扩展的原则,不得作为防火隔离装置,其主要装置应便于在站台侧进行应急操作和维护、维修。

19.1.6 全自动运行线路的站台屏蔽门应具备滑动门与列车车门故障时的对位隔离功能,应由信号系统或中央调度系统监控,并应保证站台门关闭不到位时,列车不能启动或进站。

19.1.7 全自动运行线路的站台屏蔽门控制系统的安全完整性等级不应低于2级标准。

19.1.8 当站台屏蔽门和车门之间设置异物自动检测装置时，其安全完整性等级不应低于 2 级标准。

19.1.9 站台屏蔽门系统应设置应急门，应急门的设置数量应不少于列车编组数；站台门两端应设置供工作人员使用的专用工作门。应急门和工作门应不受站台门系统的控制。

19.1.10 站台屏蔽门系统配置及控制模式宜与车站其他系统相结合，其安装和运行应满足各种运营模式的要求。

19.1.11 站台屏蔽门系统宜与中央调度系统互联，能够将与运营相关的站台门状态及故障信息发送至中央调度系统。

19.1.12 站台屏蔽门滑动门关门时应具有障碍物探测功能，应能探测到最小厚度为 5mm 且最小宽度为 40mm 的硬质障碍物。

19.1.13 站台屏蔽门设置区域不宜有结构诱导缝和变形缝；当站台屏蔽门跨越结构诱导缝和变形缝时，其门体结构应采取相应的构造措施。

19.1.14 站台屏蔽门的滑动门与列车车门在位置、数量上均应对应。

19.1.15 站台屏蔽门应满足以下要求：

- 1) 绝缘材料、密封材料和电线电缆等应采用无卤、低烟的阻燃材料。
- 2) 电线电缆阻燃等级可采用B级。
- 3) 电气控制设备防护等级应与环境条件相适应。
- 4) 整体钢结构使用寿命不应少于30年。
- 5) 满足电磁兼容性的要求。
- 6) 噪声峰值不应超过70dB(A)。
- 7) 正常运营条件下，任何故障均不应造成滑动门自动打开。
- 8) 运行强度应符合每天24h运行、每90s开关1次，且全年连续运行的要求。

19.2 门体和门机

19.2.1 站台屏蔽门系统的门体由承重结构、滑动门、固定门、应急门、端门、门槛和顶箱等组成。门体结构中所有受力部件应采用机械性能不低于 Q235-B 的优质钢材。

19.2.2 站台屏蔽门系统的门机包括电机、减速器、传动装置和锁紧装置。

19.2.3 滑动门全开后所形成的通道规格应不小于 2000mm（宽），每扇滑动门行程 1000mm。

19.2.4 结合车辆参数，要求单扇应急门开度应不小于 950mm。

19.2.5 由于装修、PIS 等专业限制，在不影响设备检修前提下，前盖板打开角度应不小于 60°。

19.2.6 在环境的最不利载荷效应组合情况下，门体弹性变形应满足工程要求，且结构不应出现永久变形或影响操作。

19.2.7 滑动门开、关过程时间应与列车门的开、关过程时间相匹配，开门时间宜在 2.5s~3.5s 范围内调节，关门时间宜在 3.0s~4.0s 范围内调节，重复精度不应大于 0.1s。

19.2.8 滑动门、应急门、端门的手动解锁力不应大于 67N。

19.2.9 解锁后手动开启单边滑动门的动作力不应大于 133N。

19.2.10 门机驱动电机宜选用直流永磁无刷电机，其功率应满足不利条件下站台屏蔽门可正常开关的要求，且电机寿命应满足捷运系统每天运行 24h、每 90s 开关 1 次，且全年连续运行的要求。

19.2.11 传动装置应满足站台门功能以及安装环境等要求。

19.2.12 锁紧装置应包括机械部分及电子部分。机械部分保证滑动门运行至锁定位置后能够锁定。电子部分保证能够通过行程开关将滑动门的状态反馈至每个门单元的 DCU。

19.2.13 滑动门运动的动能：关门过程中，在最后 100mm 的行程中动能不超过 1J/扇门。在行程中的最大动能不超过 10J/扇门。

19.2.14 关门力：关门力不大于 150N。

19.3 电源

19.3.1 站台屏蔽门系统电源分为驱动电源和控制电源两部分。驱动电源负责对门机系统供电。控制电源负责对 PSC、PSL、IBP 和接口等供电。

19.3.2 站台屏蔽门系统的电源应采用一级负荷供电，驱动电源和控制电源供电回路宜相互独立。

19.3.3 站台屏蔽门的后备电源储能应满足在 30min 内完成开、关滑动门三次循环。

19.3.4 电源系统主要模块具备冗余功能。

19.3.5 站台屏蔽门驱动电源的输出回路数应满足任一节车厢对应的滑动门中有一个回路电源故障时，该车厢对应的其余滑动门应能正常工作。

19.4 站台屏蔽门控制系统

19.4.1 站台屏蔽门控制系统应由中央控制盘（PSC）、就地控制盘（PSL）、门控单元（DCU）、就地控制盒（LCB）、控制局域网和接口模块等组成，每套中央控制盘（PSC）控制两侧站台屏蔽门。

19.4.2 每侧站台屏蔽门控制子系统由一套独立的单元控制器（PEDC）、就地控制盘（PSL）、控制回路及门控单元（DCU）等组成。确保任一侧站台屏蔽门的故障不影响另一侧站台屏蔽门的正常运行；某一道门的故障不影响同侧其它门的正常运行。

19.4.3 站台屏蔽门状态监视系统由现场总线通讯局域网构成总线型监视系统，可对每个 DCU 的相关状态进行显示、查询记录；可通过 PSC 对整个监视系统进行参数修改、软件写入以及每个门单元的故障、状态查询。

19.4.4 每侧站台屏蔽门的控制子系统分别与相应侧信号系统进行接口，控制相应侧站台门。控制方式满足本工程行车组织的要求。

19.4.5 站台屏蔽门控制系统的软、硬件设计充分考虑可靠性、可维护性、可用性和可扩展性，遵循模块化和冗余设计的原则。

19.4.6 站台屏蔽门系统应具备信号系统开关门控制功能、PSL 开关门控制功能、LCB 开关门控制功能及操作手动解锁装置开关门的功能。

19.4.7 整侧站台屏蔽门的控制优先权从低到高排列应分为信号系统对站台屏蔽门进行开关控制、PSL 对站台屏蔽门进行开关控制、LCB 对站台屏蔽门进行开关控制；当各等级控制设备发生故障时，应互不影响。

19.4.8 站台屏蔽门监控系统应以车站为单位独立设置，并应采用开放的通信协议。每侧站台应配置一套独立的控制设备，每个车站多套控制设备间应互不干扰。

19.4.9 站台屏蔽门监控系统能够通过现场总线在线监视所有 DCU、电源设备、控制设备的工作运行状况。

19.4.10 站台门控制系统的中央控制盘和接口模块宜布置在站台屏蔽门设备室。就地控制盘宜布置在每侧站台出站端，全自动运行线路在站台公共区应设置就地控制盘。

19.4.11 站台屏蔽门的控制及监视应分别设置，关键命令及响应应通过硬线传输。中央调度系统应能实现监视站台屏蔽门系统的状态和进行故障报警。

19.4.12 通过监控主机设置的编程/调试接口，可向每个 DCU 下载软件、参数并可在线和离线调整参数和软件组态，通过现场总线对各 DCU 单元重新编程。

19.4.13 控制系统的应用软件应能调整电机速度曲线、门体夹紧力阈值、重复开关门延迟时间和重复开关门次数等参数，并应具有故障自动诊断、自动报警的功能。

19.5 管线敷设

19.5.1 站台屏蔽门的配电电缆、监控电缆应采用不同线槽或同槽分室敷设，敷设应满足现行国家标准《低压配电设计规范》GB 50054 的规定。

19.5.2 当站台屏蔽门与列车车厢无等电位要求时，站台屏蔽门应通过接地端子接地；每侧站台屏蔽门金属构件应保持整体等电位，等电位电阻值不应大于 $0.4\ \Omega$ 。

19.6 工程验收

19.6.1 站台屏蔽门系统的工程施工质量验收应参照现行国家标准《跨座式单轨交通施工及验收规范》GB 50614、《综合布线工程验收规范》GB50312、《地下铁道工程施工及验收规范》GB50299 的规定，符合供需双方所达成的相关协议。

19.6.2 工程竣工验收应提供的文件和资料包括：原材料和设备合格证、说明书、试验记录，图纸会审记录、变更设计或洽商记录，测试与调试记录，质量评定记录，操作手册与维护手册，系统安全认证证书，竣工图，工程声像资料等。

20 线路防护

20.1 一般规定

20.1.1 本章适用于捷运系统的线路防护施工及验收工作，除本章中关于线路防护相关规定外，还应满足《跨座式单轨交通施工及验收规范》GB 50614 中的相关规定。

20.1.2 线路防护工程应包括边坡防护及防护网、围蔽、屏蔽等工程。

20.1.3 线路防护工程所使用的材料、成品、半成品、配件、器具及设备进场时，应按设计及相关规范要求检查验收。

20.1.5 施工过程中及施工竣工后线路防护网、防护栏、屏蔽棚不得侵入限界。

20.1.6 线路防护工程应按现场情况，设置不同类型的防护结构，长度和高度应满足防护的要求。

20.1.7 应对施工完成的构筑物、环境及装饰装修进行围挡和成品保护。

20.2 边坡防护与防护网

20.2.1 边坡工程应按安全要求、边坡环境、工程地质和水文地质等条件设计防护施工方案，并应采取合理、可行、有效的措施保证施工和运营安全。

20.2.2 使用的挡墙和护坡应符合《跨座式单轨交通施工及验收规范》GB 50614的相关要求。

20.2.3 锚喷支护设置与施工应满足下列要求：

- 1) 喷射混凝土所用材料、钢筋网、杆应符合设计要求喷射前应通过试配确定水灰比。
- 2) 锚固后应进行抗拉试验
- 3) 配置钢筋网的网格间距宜为150mm~300mm，钢筋网保护层不应小于20mm。
- 4) 喷层与围岩及喷层之间应粘结紧密，不得有空鼓现象。
- 5) 喷层厚度的60%不应小于设计厚度，平均厚度不应小于设计厚度，最小厚度不应小于设计厚度的50%。
- 6) 喷射混凝土应密实、平整，应无裂缝、脱落、漏喷、露筋、空鼓和渗漏水。
- 7) 喷射混凝土表面平整度允许误差应为30mm，矢弦比不应大于1/6。

20.2.4 喷混植生防护施工应符合下列规定

1) 在适宜植被生长的地区宜用喷混植生防护方式，并应选择适合当地气候及土质条件、根系发达、茎矮叶茂的多年草种，每平方米的混合草种不得少于50g；植被覆盖率不应低于90%；使用的水泥等级不应低于P032.5级；选用机编镀锌钢丝网网条时，其抗拉强度不得低于380kPa。

2) 喷混植生锚杆钻孔应采用高压风除去孔内泥渣后，再注浆安装锚杆；挂网应与锚杆牢固连接，应与坡面保持规定的间距。

3) 喷植前应修筑好坡顶天沟等排水设施及清除坡面浮土、松石，并将较大裂缝、凹坑嵌补密实、平整；喷植材料应随拌随喷。

4) 喷射前应进行试喷，并应确定喷料比例；喷射时喷枪应垂直于工作面作圆形移动，喷浆厚度应均匀，喷射后应及时覆盖无纺布；应避免受雨水及养护水冲刷而导致草籽分布不均现象。

5) 应在护坡喷植后20d内喷、洒水养生。

20.3 围蔽及屏蔽棚

20.3.1 站台和站厅的内廊、内天、观台等临空处应设置围蔽设施或防护栏杆，护栏高度、栏杆净距、安装位置除应符合设计要求外，还应满足《跨座式单轨交通施工及验收规范》GB50614中的相关规定。

20.3.2 屏蔽棚应按线路特征设置，选用全封轻钢网架或悬臂棚形式，应满足《跨座式单轨交通施工及验收规范》GB50614中的相关规定。

20.4 工程验收

20.4.1 验收时应按单体工程进行工程验收

20.4.2 初步验收时提出的问题未完成整改或未达到质量标准，不得组织竣工验收。

20.4.3 竣工验收应提供的文件和资料包括：材料、成品、半成品使用说明书、进场验收单、设备说明书、合格证，实验报告和质量评定记录，图纸会审记录、变更设计或洽商记录，隐蔽工程验收记录，工程测量定位记录和边坡工程监测报告，开工和竣工报告，竣工图，工程声像资料。

21 装饰与装修工程

21.1 一般规定

21.1.1 捷运系统的装饰与装修所用材料的质量与环保要求应符合国家现行有关标准的规定，其品种、规格、强度和镶贴、涂饰方法以及图案等均应符合设计求。

21.1.2 饰面和涂装工程施工前的准备工作应符合下列要求：

- 1) 应确认预埋件、预留孔洞尺寸、位置符合设计要求。
- 2) 基体表面的灰尘、油渍、污垢应清除干净。

21.1.3 饰面和涂装施工时应采取有效措施控制施工现场的各种粉尘、废气、振动等对周围环境造成的污染和危害。

21.1.4 饰面和涂装施工时环境温度和湿度应符合现行行业标准《城市桥梁工程施工与质量验收规范》CJJ2 的规定。

21.1.5 装饰与装修工程施工与质量检验，除应符合本标准规定外，尚应符合现行标准《建筑装饰装修工程质量验收标准》GB50210-2018 中相关规定以及国家相关标准要求。

21.2 饰面

21.2.1 镶贴、安装饰面宜选用水泥基粘结材料。

21.2.2 饰面基体的强度、刚度和稳定性应满足设计要求，且表面应处理成平整、粗糙的基面。

21.2.3 水泥砂浆抹面除应符合现行行业标准《城市桥梁工程施工与质量验收规范》CJJ2 的相关规定外，还应符合下列规定：

- 1) 不同材料基体结合处、暗埋管线的孔槽处应挂钢丝网或纤维网加强，网材与基体的搭接宽度不小于100mm。
- 2) 抹灰总厚度不宜大于25mm。
- 3) 修补找平用水泥砂浆宜与大面积抹灰所用水泥砂浆一致，其强度等级不得低于大面积水泥抹灰砂浆。

21.2.4 饰面砖镶贴和板的安装应符合现行行业标准《城市桥梁工程施工与质量验收规范》CJJ2 的规定。

21.3 涂装

21.3.1 涂装所采用的腻子、封底材料、中间层涂料应符合设计规定；设计无规定时，应与面层涂料相配套。

21.3.2 涂料的工作粘度或稠度应符合设计要求。

21.3.3 涂装前对基层的处理应符合下列规定：

- 1) 应铲除基层上的掉粉、起砂、空鼓、剥离和石灰爆裂点。
- 2) 基层缺棱掉角处可采用1:3水泥砂浆或聚合物水泥砂浆修补，较大凹坑、缝隙应采用聚合物水泥砂浆填补找平。
- 3) 基层应满刮腻子。待腻子干燥后应采用细砂纸磨平、打光，使表面平整光滑，线角顺直。

21.3.4 涂装施工应符合下列规定：

- 1) 采用刷涂时宜按先左后右、先上后下、先难后易、先边后面的顺序进行。
- 2) 采用滚涂宜先用取涂料的毛棍将涂料大致涂在基层上并使涂料均匀展开，再取涂料按一定方向满滚一遍。阴角及上下收口处应采用排笔刷涂找齐。
- 3) 采用机械喷涂时喷枪应与墙面保持垂直并匀速平行移动，两行重叠宽度宜为前一次喷涂宽度的1/3，喷枪压力宜控制在0.4Pa~0.8MPa之间。
- 4) 多人配合流水涂装作业时，应顺同一方向涂饰并应处理好接茬部位。
- 5) 采用机械喷涂时，应将不喷涂的部位遮盖，不得沾污。

21.3.5 施涂溶剂型涂料时，后一遍涂料必须在前一遍涂料干燥后进行；施涂水性或乳液涂料时，后一遍涂料必须在前一遍涂料表干后进行。

21.3.6 每层涂料施涂厚度应符合要求，涂层应均匀、色泽一致，层间结合牢固。同一墙面应采用同一批号的涂料。

21.4 工程验收

21.4.1 水泥砂浆抹面、镶饰面板、贴饰面砖的质量检验应符合现行行业标准《城市桥梁工程施工与质量验收规范》CJJ2 的规定。

21.4.2 镶饰面板、贴饰面砖的质量检验除应符合现行行业标准《城市桥梁工程施工与质量验收规范》CJJ2 的相关规定外，还应符合下列规定：

- 1) 砂浆的材料应符合设计要求；检验数量：全数检查。检验方法：检查产品合格证。
- 2) 面板、面砖的材料应符合设计要求；检验数量：全数检查。检验方法：检查产品合格证。
- 3) 金属饰面板表面应平整、洁净、色泽协调，无变色、泛碱、污痕和显著的光泽损坏，接缝处应填嵌密实、平直、宽窄均匀，颜色一致；检验数量：全数检查。检验方法：观察。
- 4) 安装异形面、转角线等部位的金属饰面板时，裁板尺寸应准确，边角整齐光滑，搭接尺寸及方向应正确。板材安装时严禁采用对接，搭接长度应符合设计要求，不得有透缝现象。检验数量：全数检查。检验方法：观察、检查施工记录和质检资料。

21.4.3 涂饰质量检验应符合下列规定：

- 1) 涂饰材料的材质应符合设计要求。检验数量：全数检查。检验方法：检查产品合格证。

2) 涂料涂刷遍数、范围、涂层厚度均应符合设计要求。检验数量：同一个面按 $\leq 500\text{m}^2$ 为一个检验批，一个面不足 500m^2 也为一个检验批，每个检验批每 100m^2 至少检验一处。检验方法：观察、用干膜测厚仪检查。

3) 涂层涂刷后表面应平整光洁，色泽一致。不得有脱皮、漏刷、返锈、透底、流坠和皱纹等现象。检验数量：全数检查。检验方法：观察。

22 环境保护

22.1 一般规定

22.1.1 捷运系统的环境保护设计应遵循“统一规划、合理布局、预防为主、综合治理”的原则，应符合生态环境保护规划、饮用水水源保护规划、生态保护红线，以及历史文化保护规划的要求。

22.1.2 环境保护措施及防护对象应根据环境保护主管部门批复的环境影响报告书所确定的环境保护目标及核准的污染防治措施来确定。

22.1.3 环境保护措施应包括轨道梁桥、车辆、环控设备及各种动力设备的减振、降噪措施，车站建筑的声学处理，车站及车辆基地的生活污水、生产废水处理，大气污染防治和电磁辐射防护等。

22.1.4 环境保护设施的设计标准、服务范围、设计规模应满足预测的远期客流和最大通过能力要求。环保设施的主体部位或不易改、扩建的土建工程应按远期需要实施。对拟建的环境保护目标宜采取环保措施并预留实施的条件。

22.1.5 环境保护设施的功能要求、设置位置、结构形式、景观效果应与主体工程及周围环境相互协调，应与主体工程同时设计、同时施工，同时投入使用。

22.1.6 环境保护措施应采用先进的清洁生产工艺和技术，选用环保节能、抗蚀防锈的先进设备与材料，严禁使用对环境产生严重污染的设备 and 材料。

22.2 噪声与振动

22.2.1 捷运系统运行引起的噪声应符合标准《城市区域环境噪声标准》GB3096 和标准《环境影响评价技术导则城市轨道交通》HJ453 的相关要求。

22.2.2 系统运行引起的振动应符合标准《城市区域环境振动测量方法》GB10071 的相关要求。

22.2.3 在项目规划、选线方案、车辆选型上，应重视和考虑车辆运行对航站楼、卫星厅的振动、噪声影响。非航站楼内敞开式运行环境，不宜采用高等级减振措施。如遇航站楼内敞开式运行环境或敏感振动点，宜采取限速或站台门隔噪等措施。

22.3 电磁辐射

22.3.1 跨座式单轨旅客捷运系统应与周围环境电磁兼容，应不会产生干扰现场和周围所使用电磁装置或设备正常运行的电磁辐射。列车的电磁兼容性能应符合标准《机车车辆电气设备电磁兼容性试验及其限值》TB/T 3034 中的相关规定，其他相关设备子系统应符合其各自的行业标准要求，系统的电磁兼容性应符合标准《轨道交通电磁兼容》GB/T24338 的规定。

22.3.2 车辆设计及变电所和列车运行中产生的电磁辐射对公众环境的影响应符合现行国家标准《电磁环境控制限值》GB8702 的规定。

22.3.3 地面变电所应根据电磁辐射影响采用金属屏蔽式开关设备，设备外壳应有效接地。

22.4 空气质量与废弃物回收

22.4.1 捷运系统应尽可能采用可回收的环保材料，正常运营时产生的废弃物（如轮胎、电池、易损零部件等）应得到妥善回收和利用。

22.4.2 系统排放的气体污染防治设计应遵循《中华人民共和国大气污染防治法》，并应符合现行国家标准《恶臭污染物排放标准》GB14554 及其他国家有关法律及标准的规定。

22.4.3 车站内部建筑装修材料的有害气体和物质释放量应符合国家现行有关标准的规定。

22.4.4 车场的热源宜采用电能、太阳能、天然气等清洁能源，并不得采用燃煤锅炉。

22.4.5 车站、车场的生活垃圾应集中收集，统一交由环卫部门处置。

22.4.6 车场应设置危险废物暂存间。

22.4.7 车场及变电所检修更换的蓄电池应定期交由厂家处理；污水处理站产生的污泥、检修擦拭产生的含油物品等危险废物，应交由有危废处理资质的单位处置。

22.5 生活污水及生产废水处理

22.5.1 生活污水、生产废水，包括已经处理后的生活污水、生产废水均不得排入水源保护水域。

22.5.2 生活污水、生产废水应在经过处理后排放，并应符合现行国家标准《污水综合排放标准》GB 8978 和地方水污染物排放标准的规定。

22.5.3 生产废水宜经处理后回收循环使用

22.5.4 车场含油废水应进行厂区内污水处理，并应达到国家和地方污水排放标准后排放。

22.6 景观

22.6.1 捷运系统的线路、车站、航站楼及其他地面建筑物的景观设计，应结合地域环境、历史文化传统和工程建设条件等因素确定，并应与城市景观相协调。

22.6.2 轨道梁桥的线形应连续、流畅、简洁，色调适宜。建筑结构可结合功能照明，增加景观照明设计。

22.6.3 车辆车体和车窗的设计应兼顾车内外人流的观景需求。

22.6.4 车站及其他地面建筑物的设置及材料的选择应减少对线路两侧建筑物光照环境的影响，有条件的区域应考虑进行绿化。

22.6.5 绿化工程应根据气候特点及景观要求做到协调自然，并应注重不同植物的协调配置及季节变化。

22.6.6 深基坑、高边坡应根据气候特点及景观要求，采用适宜类型植物进行绿化，并应具有吸声、降噪、美化功能。

23 防灾与救援

23.1 一般规定

23.1.1 捷运系统应具有对火灾、冰雪、风灾、地震、雷击、停电和停车事故等灾害与事故的应急救援措施。

23.1.2 防火灾应贯彻“预防为主、防消结合”的方针。同一条线路按同一时间内发生一次火灾考虑。

23.1.3 车站站厅的乘客疏散区域、站台不得设置商业用房。车站内的商店及车站周边连体开发的商业服务设施等公共场所应进行防火灾设计，且应与站厅设置防火分区，并应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016的规定。

23.1.4 捷运系统人员疏散设计应遵循方便自救、安全疏散的原则

23.1.5 车站、区间及运维中心应配备防灾救援设施。

23.1.6 运维中心应具备全线防灾及救援的调度指挥，以及和上一级防灾指挥中心联网通信的功能。

23.1.7 消防给水与灭火应符合以下规定：

1) 车站应配置灭火器。有充电设施的车站应按严重危险等级配置灭火器，其他车站按中危险等级配置灭火器。

2) 设备集中站的控制系统设备用房应设置自动气体灭火系统。

23.1.8 捷运系统防灾通风设计应遵循人烟分离的原则。

23.1.9 防烟、排烟与事故通风应符合以下规定：

1) 捷运系统宜采用自然排烟或与机械加压防烟相结合的防灾通风方式。

2) 明线长度小于250m的隧道口，两端隧道洞口段宜采用机械加压防烟方式。

3) 车站站厅、站台和车站设备及管理用房排烟风机应保证在280℃时能连续有效工作30min，烟气流动的辅助设备如风阀及消声器等应与风机耐高温等级相同。

4) 车站及附属用房防排烟设施应满足现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016及《建筑防烟排烟系统技术标准》GB51251的要求。

23.2 救援疏散

23.2.1 疏散通道直线和曲线上宜保持水平。

23.2.2 疏散通道应在两端与车站有效衔接。

23.2.3 疏散通道结构应尽量轻便，且应具有通透性。

23.2.4 疏散通道材料应选不燃材料，燃烧性能等级不低于A2级。

23.3 建筑防火

23.3.1 各建（构）筑物的耐火等级应符合下列规定：

1) 运维中心耐火等级应为一级。

2) 捷运系统其余建筑的耐火等级应根据其使用功能确定,并应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016的有关规定。

23.3.2 防火分区的划分应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016的有关规定。

23.3.3 车站安全出口设置应符合下列规定:

- 1) 车站站厅公共区安全出口宜设置两个安全出口。
- 2) 车站设备与管理用房等区域的安全出口数量应满足现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016的要求。
- 3) 安全出口应分散设置,当同方向设置时,两个安全出口口部之间净距不应小于20m。
- 4) 换乘车站的换乘通道,仅当其满足对外疏散出口相关要求时方可作为安全出口。

23.3.4 两个防火分区间应采用耐火极限不低于3h的防火墙和甲级防火门分隔,在防火墙设有观察窗时,应采用甲级防火窗;防火分区的楼板应采用耐火极限不低于1.5h的楼板。

23.3.5 消防泵房、污水泵房、废水泵房、厕所、盥洗室等面积可不计入防火分区面积。

23.3.6 车站的装修材料应符合下列规定:

- 1) 车站公共区的墙面、顶棚的装修材料及垃圾箱应采用A级不燃材料;地面应采用不低于B1级难燃材料。
- 2) 设备与管理用房区的装修材料,应符合现行国家标准《建筑内部装修设计防火规范》GB50222的有关规定。
- 3) 车站公共区的广告灯箱、导向标识、休息椅、电话亭、售检票机等固定服务设施的材料,应采用不低于B1级难燃材料。装修材料不得采用石棉、玻璃纤维、塑料类等制品。

23.3.7 车站及地面附属建筑,以及车场和各类附属建筑等,与相邻建筑的防火间距和消防车道的设置,应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016的有关规定。

23.3.8 重要设备用房应以耐火极限不低于2h的隔墙和耐火极限不低于1.5h的楼板与其他部位隔开。

23.4 消防给水与灭火

23.4.1 运维中心内外消火栓用水量应符合现行国家标准《消防给水及消火栓系统技术规范》GB50974的有关规定。

23.4.2 消防给水系统应结合给水水源确定,并应符合下列规定:

- 1) 当城市自来水的供水量能满足消防用水的要求,而供水压力不能满足消防用水压力的要求时,应设消防增压、稳压设施;在消防和市政部门许可时,可不设消防水池,从市政管网直接引水。
- 2) 当城市自来水的供水量不能满足消防用水量要求或城市自来水管网为枝状管网时,运维中心消防设施及消防水池的设置应根据现行国家标准《消防给水及消火栓系统技术规范》GB50974的有关规定执行。
- 3) 运维中心消火栓给水系统采用消防泵加压供水时,应设置稳压装置及气压罐。

23.4.3 运维中心室内消火栓设置应符合下列要求:

- 1) 消火栓的布置应保证每一个防火分区同层有两支水枪的充实水柱同时到达室内任何部位,消火栓间距应按计算确定,但单口单阀消火栓间距不应大于30m。

2) 消火栓宜设单口单阀消火栓。

3) 消火栓与灭火器宜共箱设置，箱内应配备衬胶水龙带和水枪、自救式消防软管卷盘和灭火器。

4) 消火栓口径应为DN65，水枪喷嘴直径应为19mm，每根水龙带长度应为25m，栓口距地面或楼板面高度应为1.1m，出水方向宜向下或垂直于墙面。

5) 消火栓栓口的静水压力和出水压力应符合现行国家标准《消防给水及消火栓系统技术规范》GB50974的有关规定。

6) 消火栓水枪充实水柱长度应符合现行国家标准《消防给水及消火栓系统技术规范》GB50974的有关规定。

23.4.4 室外消火栓、消防水池取水口或取水井、水泵接合器的设置，以及消防给水管道、阀门、附件的布置应符合现行国家标准《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974 的有关规定。

23.4.5 室内外消火栓系统的设计火灾延续时间应符合现行国家标准《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974 的有关规定。

23.4.6 车站、运维中心灭火器的配置应符合现行国家标准《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140 的有关规定。

23.4.7 管材及附件的设置应符合下列规定：

1) 消防给水管宜采用球墨铸铁给水管、热镀锌钢管或经国家固定灭火系统质量监督检验机构检测合格的其他管材。

2) 室外埋地给水管道宜采用球墨铸铁给水管或钢丝网骨架塑料复合管。

3) 当消防给水管道接口采用柔性连接方式明装敷设时，应在转弯处设置固定设施或采用法兰接口。

23.4.8 消防水泵组应在车站控制室显示消防水泵的运行状态、手 / 自动状态、稳压泵的运行状态及故障状态，在车站控制室应能控制消防水泵的启停，消防泵应采取就地启动和车站控制室远程启动的双重启动方式。

23.5 防灾通信

23.5.1 捷运系统公务电话交换机应具有火警时能与市话网“119”对话的功能；同时，应配备在发生灾害时供救援人员进行联络的无线通信设施。

23.5.2 控制中心应设置监视器。

23.5.3 通信系统应具备火灾时能迅速转换为防灾通信的功能。

23.5.4 列车上应设置视频监控系统、广播系统和应急电话系统。

23.5.5 控制中心应设置防灾广播控制台，车站控制室、车场值班室应设置广播控制台。

23.5.6 防灾调度电话系统应在控制中心设调度电话总机，在车站控制室、车场设分机。

23.6 导向标志

23.6.1 导向标志应简洁明了、可视性好。

23.6.2 设有紧急救援站的隧道内应设置紧急停导向标志，导向标志的设置应符合下列规定：

- 1) 导向标志设在列车行车方向左侧。
- 2) 导向标志设置的起点距紧急救援站入口不应小于所运行列车的紧急制动距离。
- 3) 隧道口紧急救援站导向标志的设置应满足着车厢停靠在明线位置的要求。

24 综合联调

24.1 一般规定

24.1.1 应参考《地下铁道工程施工及验收标准》GB/T 50299 制定《捷运系统综合联调与试运行总体方案》，对机电设备系统进行综合联调与试运行。

24.1.2 捷运系统的综合联调与试运行所涉及的机电设备系统应包括车辆、供电、通信、信号、火灾自动报警系统、环境与设备监控系统、综合监控系统、乘客信息系统、门禁、车辆基地工艺设备、站内客运设备、站台屏蔽门、通风与空调、给水与排水、气体灭火等。

24.1.3 综合联调应包括以下内容：

1) 互相有接口关系的两个专业系统应实施关联系统调试，由建设管理单位负责，设备供货商、设计单位、施工单位及监理单位参加。

2) 所有机电专业应实施系统总联调。由建设管理单位负责，设备供货商、设计单位、施工单位、监理单位及运营单位参加，包括系统间正常模式和非正常模式。

24.1.4 设备单系统调试完成合格后，应对具有接口关系的不同专业设备间进行关联系统调试，包括集成调试、接口功能调试和安全性调试，并应提交各关联系统调试报告。

24.1.5 系统总联调应符合下列规定：

- 1) 应分别完成车辆与行车设备总联调，以及车辆与车站设备总联调。
- 2) 应完成车辆、行车设备、车站设备系统总联调。

24.1.6 工程存在分阶段开通需求时，综合联调应分阶段进行。

24.2 关联系统调试

24.2.1 车辆的关联调试应符合下列规定：

1) 首列样车的调试里程一般应为2000~5000km。模拟运营过程中，车门在停站时应正确打开，车门开关时间应符合设计文件要求。

2) ATO/ATP 模式下，列车在车站应正确获取开门授权，实现自动开、关门功能，对中范围应符合设计文件要求。

3) 列车控制及故障诊断系统与车载信号设备的信息交换应符合设计文件要求。

4) 列车与运营控制中心的无线通信功能应符合设计文件要求。

5) 列车应实现全自动广播和信息显示功能。

6) 列车与时钟系统的时间信息一致性应符合设计文件要求。

7) 车辆检修设备的功能应满足运营车辆的检修要求。

8) 列车在运营线路上的限界，应参考《跨座式单轨交通设计标准》GBT50458和《跨座式单轨交通限界标准》CJJ_T 305执行，并符合设计文件的规定。

9) 在正线上正常运行的列车平稳性指标不应大于2.5。

10) 列车在运营线路上运行时，由车体、转向架及簧下设备所产生的振动和冲击应符合现行国家标准《轨道交通机车车辆设备冲击和振动试验》GB / T 21563的规定。

11) 最不利运营线路条件下应能联挂, 列车的机械、电气、气路功能应正常。

12) 在最不利的线路、运行速度和车辆悬挂故障条件下, 列车应正常通过运营线路上最小曲线半径的区段。

13) 列车受流设备与供电系统的匹配性调试应符合下列规定:

(1) 列车受流设备应与接触轨/充电轨良好接触, 满足列车不同运行状态下的用电要求。

(2) 列车电器各级保护值和电器主回路的参数应与供电系统相匹配。

(3) 列车再生制动回馈能量应与牵引供电双向变流装置匹配。

(4) 列车GR安装及工作状态应满足设计要求。

24.2.2 供电系统的关联调试应符合下列规定:

1) 冷滑试验项目及表24.2.2-1。

表 24.2.2-1 冷滑试验验收指标

检查项目	一般要求
接触轨/充电轨	接头应平滑。
防护罩及其托架	不应突出接触轨限界。
沿线设备及线缆	安装应牢固, 不应侵入设备限界。
靴轨关系检查	接触应平顺, 在弯头处切入及脱离应顺滑、位置正确。

2) 热滑试验项目及表24.2.2-2的规定。

表 24.2.2-2 热滑试验验收指标

检查项目	一般要求
靴轨关系检查	靴轨接触良好, 在经过端部弯头等处时应无严重火花出现; 列车在过接触轨断轨处时应无失电现象。

3) 车站机电设施设备受电后, 应对一级负荷的双电源切换功能进行测试, 应对一级负荷中特别重要负荷的应急电源的持续供电能力及切换时间进行测试, 并应符合下列规定:

(1) 当一级负荷的一路电源丢失时, 双电源切换装置应自动切换到另一路电源, 切换时间应符合设计文件要求。

(2) 当一级负荷中的特别重要负荷的两路电源全部丢失时, 应急电源应为特别重要负荷持续供电, 持续供电时间应符合设计文件要求。

4) 变电所综合自动化系统应与供电系统的各相关子系统之间进行联调, 并应符合下列规定:

(1) 站级变电所综合自动化系统与测控单元之间应进行联调, 站级变电所综合自动化系统应具备脱离控制中心综合监控系统独立运行的能力。

(2) 控制中心综合监控系统与各站级变电所综合监控系统及测控单元应进行联调, 控制中心综合监控系统应通过控制中心调度工作站实现远程设备“遥控、遥信、遥测、遥调”功能。

(3) 综合监控系统与变电所综合自动化系统的数据通信通道应进行联调。系统间数据通信通道应实现数据报文正常收发, 通信相关信号显示应正确, 并应验证数据通信通道故障报警功能以及故障自动恢复功能。

24.2.3 通信系统的关联调试应符合下列规定:

- 1) 传输系统与其他弱电系统联调的收发信息应准确。
- 2) 弱电系统时间与时钟系统应一致，手动调整弱电系统时间后，弱电系统应与时钟系统同步。
- 3) 专用无线系统调度操作界面上显示的车次号、车体号、列车运行方向等行车信息应与信号系统显示一致。
- 4) 控制中心调度员使用无线操作终端对某列列车进行人工广播功能，列车上应及时收到并播出语音，抽检列车数不应少于本工程配置列车数的10%；
- 5) 列车到站提示、运行方向等语音信息的自动广播应与信号系统的到站信息一致，抽检车站数不应少于本工程车站信息的20%。

24.2.4 信号系统的关联调试应符合下列规定：

- 1) 信号系统功能检查和性能检查应符合本标准相关要求。
- 2) 信号系统对车辆、屏蔽门等系统故障的反应测试应符合设计文件要求。如果外部系统对所监视的安全状态设有旁路开关，旁路开关功能测试也应符合设计文件要求。
- 3) 列车冲击极限、定点停车精度等运行控制指标应符合设计文件要求。
- 4) 信号系统的ATS子系统与综合监控系统、广播系统、乘客信息系统、无线集群调度系统、时钟系统的接口功能应正常，相互提供的接口数据应符合接口设计文件要求。
- 5) 信号系统的ATS子系统与综合监控深度集成为中央调度系统平台时，ATS子系统与综合监控系统应通过共享或内部数据交互获取相关信息，ATS子系统与时钟系统无直接接口时，应可通过中央调度系统平台获取时钟信息。
- 6) 信号系统与相关系统的联动功能应正确执行，并符合设计文件要求。
- 7) 信号系统的电磁兼容应符合设计文件要求和本标准的相关要求。

24.2.5 通风、空调与采暖系统的关联调试应符合下列规定：

- 1) 环境与设备监控系统之间的状态显示调试应符合下列规定：
 - (1) 在环境与设备监控系统中所调用的各系统、各模式画面应清晰正确。
 - (2) 各设备实时状态信息及相关监测点实时状态变化信息应在环境与设备监控系统中及时、正确显示。
- 2) 在通风空调系统设备控制失败、控制超时及闭锁条件错误的情况下，应在环境与设备监控系统中显示信息并报警。
- 3) 应实现环境与设备监控系统的站级监控功能，正确实时显示当前运行模式和状态信息，并可通过环境与设备监控系统转换运行模式。
- 4) 应实现环境与设备监控系统的中央级监控功能，当接收模拟阻塞、火灾等事故报警信息时，应在30s内触发送排风或防排烟系统。

24.2.6 消防与给排水系统的关联调试应符合下列规定：

- 1) 给排水及消防系统应实现环境与设备监控系统的站级监控功能，正确实时显示当前运行模式和状态信息，并可通过环境与设备监控系统转换运行模式。
- 2) 消防系统应进行与火灾自动报警系统之间的火灾联动模拟试验，当收到火灾事故报警信号时，设备应自动启动。

24.2.7 火灾自动报警系统的关联调试应符合下列规定：

1) 车站火灾自动报警系统应完成和环境与设备监控系统的接口调试,应模拟输入火灾报警信号,火灾自动报警系统应根据报警信号的位置,向环境与设备监控系统提供火灾模式指令。

2) 车站火灾报警系统应通过中央调度系统完成与本站广播系统的接口调试,应向中央调度系统正确提供火警信号,中央调度系统控制广播状态。

3) 车站火灾报警系统应完成与动力照明系统的接口调试,应向动力照明系统正确提供火警信号,应接收应急照明设备的动作状态信号。

4) 车站火灾报警系统应完成与消火栓系统、水喷淋系统的接口调试,应向消火栓系统、水喷淋系统提供正确火警信号,应接收水喷淋系统的水流指示器、信号阀、压力开关的状态信息。

5) 车站火灾报警系统应完成与气体灭火系统的接口调试,应接收气体灭火系统反馈的火警信号、系统故障信号、每个防火阀关闭信号、手动/自动状态信号和气体喷放信号,并向气体灭火系统正确提供关闭气体灭火保护区防火阀的控制信号。

6) 车站火灾报警系统应完成与专用排烟系统的接口调试,应向专用排烟系统正确提供控制信号和反馈信号,应接收专用排烟风机和对应风阀的反馈信号。

7) 车站火灾报警系统应完成与变电所专业的接口调试,应能向变电所专业正确提供火警信号,应能接收非消防电源切除的反馈信号。

8) 车站火灾报警系统应完成与门禁系统的接口调试,根据火灾情况向门禁就地控制器发出火灾命令切除就地控制器的锁电,应接收门禁就地控制器锁电释放的反馈信号。

9) 应完成中央火灾报警系统和专用时钟系统时间同步测试和验证,中央火灾报警系统应接收时钟同步信号。

24.2.8 环境与设备监控系统的关联调试应符合下列规定:

1) 车站环境与设备监控系统应完成和车站火灾自动报警系统的接口调试,环境与设备监控系统应接收火灾自动报警系统的火灾模式指令,在中央级综合监控系统的工作站上的显示应符合设计文件要求。

2) 车站环境与设备监控系统应完成和车站照明系统的接口调试,应正确接收照明系统反馈的工作状态。

3) 车站环境与设备监控系统应完成和通风空调系统设备的接口调试,向隧道风机、排热风机、组合式空调箱、回排风机等设备提供控制指令,应接收通风空调设备反馈的工作状态。

4) 车站环境与设备监控系统应完成和区间动力照明设备的接口调试,向区间的动力照明设备提供控制指令,应接收设备反馈的工作状态。

5) 车站环境与设备监控系统应完成和给水排水系统设备的接口调试,向集水泵、废水泵、排水泵等设备提供控制指令,应接收给水排水设备的工作状态。

24.2.9 门禁系统的关联调试应符合下列规定:

在火灾工况下,门禁系统由FAS系统根据火灾情况向门禁就地控制器发出火灾命令切除就地控制器的锁电,进行门锁释放控制。

24.2.10 站台屏蔽门调试应符合下列规定:

1) 站台屏蔽门应完成与信号系统的接口调试,应接收信号系统的开关门控制指令,应反馈给信号系统门关闭并锁紧信号和互锁解除信号,并应符合下列规定:

(1) 正常情况下,站台屏蔽门应能接收信号系统的控制命令开关门。

(2) 当站台屏蔽门“关闭并锁紧”命令无法被信号系统确认情况下，应可通过端头控制盒操作“互锁解除”开关，允许列车离站。

(3) 站台屏蔽门无法接收信号系统控制命令情况下，应通过站台端头控制盒控制一侧站台屏蔽门的开启和关闭，实现站台级控制。

2) 站台屏蔽门应完成和车站环境与设备监控系统的接口调试，应向车站环境设备监控系统发送站台屏蔽门的状态信息，实现 IBP 盘上对站台屏蔽门开启或闭的应急控制。

24.3 总联调

24.3.1 车辆与通信、信号、供电系统匹配的功能和技术参数应符合设计文件要求及现行国家标准《跨座式单轨车辆通用技术条件》CJ/T287 的规定。

24.3.2 车辆电气设备的电磁兼容性应符合现行国家标准《轨道交通电磁兼容》GB / T 24338.1~ GB / T 24338.6 的规定。

24.3.3 供电系统在下列运行方式下，其电压波动、闪变、电力谐波、功率因数、三相不平衡度、供电效率、走行轨和结构对地电压等供电质量指标应在设计文件要求的允许范围内，并应符合下列规定：

1) 当变电所的一回进线电源退出运行时，另一回进线电源应承担该变电所供电范围内的一、二级用电负荷，三级负荷应正常切除。

2) 当一座主变电所因故解列时，相邻主变电所应承担解列主变电所的牵引、动力照明的一、二级负荷用电，三级负荷应正常切除。

3) 当某中间牵引变电所退出运行时，由相邻牵引变电所通过大双边供电方式越区向牵引网供电。当线路末端牵引所退出运行时，由相邻牵引变电所向牵引网单边供电，线路末端电压降应符合设计要求；牵引网在大双边供电或单边供电模式下，相应变电所的牵引变压器和整流器的过负荷能力应符合设计要求。

4) 当车辆基地内的牵引变电所解列时，宜根据设计要求由正线牵引变电所就近向车辆基地内的牵引网供电。

5) 当降压变电所退出运行时，应急照明、变电所操作电源、电力监控系统设备、火灾自动报警系统设备、通信系统设备、信号系统设备等应由蓄电池提供应急电源，蓄电池容量应符合设计文件要求。

6) 当主变电所内的一台主变压器退出运行时，应由另一台主变压器承担供电范围内的一、二级负荷，三级负荷应正常切除。

7) 当降压变电所的一台配电变压器退出运行时，应由另一台配电变压器承担该变电所供电范围的一、二级负荷供电，三级负荷应正常切除。

24.3.4 应抽检 10% 列车，使用专用无线操作终端的控制中心调度员应与某列列车或多列列车之间实现单呼、组呼、选呼、群呼、紧急呼叫等功能。当列车进出正线时，专用无线车载台应实现归属地的注册、注销。

24.3.5 乘客信息系统显示终端上显示的列车到站时间、运行方向等行车信息及同步触发的自动广播语音内容，应与信号系统显示的一致。

24.3.6 控制中心应通过视频监控系统的操作终端显示运营区域的视频信息，视频信息应实时、准确、清晰，系统录像功能应正常。

24.3.7 信号对车门和站台屏蔽门的开关时序的调试应保证站台屏蔽门和车门同步开启和同步关闭到位，对应同步指标应符合设计文件要求。

24.3.8 信号系统与车辆系统和专用无线通信系统的接口调试应符合下列规定：

1) 列车进入/退出正线时，系统应自动或经人工确认后传送触发信息至专用无线通信系统。

2) 列车在正线运行期间，系统应实时向无线通信系统提供车组号、车次号、列车位置、驾驶员编号、运行方向等信息。

3) 当位于OCC的ATS系统失去列车位置时，应正确发送信息给无线系统。

24.3.9 信号系统与车辆系统进行的车载乘客信息相关内容的接口调试应符合接口设计文件的要求，信号系统与车辆系统和车载乘客信息系统应配合实现车载乘客信息系统的自动报站和显示。

24.3.10 信号系统的故障管理和应急情况处置测试应符合设计文件要求。

24.3.11 站台屏蔽门应根据信号系统发送的控制命令进行站台屏蔽门的开启或关闭。

24.3.12 站台屏蔽门的“关闭并锁紧”命令无法被信号系统确认时，站台工作人员应通过端头控制盒操作“互锁解除”开关，在确认门的安全性后，允许列车离站。并通过“互锁解除”开关的自动延时或人工操作，恢复正常状态。

24.3.13 信号系统操作命令中断，站台工作人员可通过站台端头控制盒控制一侧站台屏蔽门的开启和关闭，实现站台级控制。

24.3.14 火灾模式下，火灾自动报警系统应向各相关系统正确发送火灾模式指令，并应正确接收各系统的反馈结果，各系统设备的执行结果应符合设计文件要求。

24.3.15 正常、阻塞和火灾情况下，环境与设备监控系统均应能通过综合监控系统向各相关系统正确发送控制命令，并接收各系统的反馈结果，各系统设备的执行结果应符合设计文件要求。

25 试运行

25.1 一般要求

25.1.1 根据住建部《城市轨道交通建设工程验收管理暂行办法》（建质〔2014〕42号文）的要求，应进行捷运系统项目工程验收，通过验收并具备试运行基础条件后，应开展捷运系统不载客试运行。

25.1.2 试运行的目的应明确。应通过系统功能测试检验、运行图参数测试、故障模拟、应急救援演练、按图行车，检验各系统在正常与非正常条件下的运输组织的适应能力，验证行车组织方式能否满足运营要求，检验设备故障和自然灾害条件下的应急处理能力。

25.1.3 应取得具备资质的第三方安全评估机构出具的安全评估证书和安全评估报告，报告内容应包含但不限于信号、车辆、站台门系统。

25.1.4 试运行应符合下列规定：

1) 试运行的内容应包括“系统能力调试”和“行车演练”。

2) 应按规定运行图和服务要求进行不少于3个月的试运行,试运行最后20天应严格按试运营开通时的列车运行图行车。

3) 试运行时应开展相关系统的综合模拟运行,轨道、供电、接触网、信号、通信、车辆、站台门及调度指挥等系统的安全性、可靠性和可用性指标应达到运营线路的标准;客运服务设施和通风空调、FAS/BAS等系统应做到配合协调、联动迅速,功能达到设计、规范要求。

4) 对系统总联调可能遗留的调试项目,应在试运行期间完成调试,并对联调结果进行检验;对试运行过程中发现的问题应进行整改。

25.1.5 工程存在分阶段开通需求时,试运行应分阶段进行。

25.1.6 试运行结束后,应编写试运行结论性总结报告,报告内容应包括试运行基本情况、设施设备可靠性和故障率指标等,并应给出投入初期运营的相关建议。

25.1.7 车辆、供电、信号等系统能力验证,至少达到以下要求:

1) 对车辆调试中发现的影响行车安全和客运服务的车辆故障应完成整改,并应通过有效性验证。

2) 应急照明和应急通风功能、车载蓄电池容量应符合《城市轨道交通技术规范》GB 50490的规定。

3) 在线路坡度最大的路段上,列车故障牵引能力和联挂救援能力应符合设计文件要求。

4) 应按运行图要求的行车密度,核验直流牵引负荷能力,要求各设备不应发生误动作,其电压波动、闪变、电力谐波、走行轨和结构对地电压等应在设计文件要求的允许范围内。

5) 要对动力照明最大负荷能力进行测试,供电系统相关设备不应发生误动作,其电压波动、电力谐波、功率因数、三相不平衡度、供电效率等应在设计文件要求的允许范围内。

6) 核验信号系统应能保持连续144h无故障运行。

7) 在火灾工况下,通风空调防排烟系统的防排烟能力模拟试验应符合设计文件要求。

8) 给水排水与消防系统的最大排水能力应符合设计文件要求。

25.2 捷运系统试运营前的行车演练应纳入机场综合性应急演练。

25.3 捷运系统试运行最后20天运行图仿真演练的运营指标应符合下列规定:

1) 列车正点率不应低于98.5%。

2) 列车服务可靠度不应低于5万列公里/次。

3) 列车退出正线运营故障率不应高于0.4次/万列公里。

4) 车辆系统故障率不应高于5次/万列公里。

5) 信号系统故障率不应高于1次/万列公里。

6) 供电系统故障率不应高于0.2次/万列公里。

7) 站台屏蔽门故障率不应高于1次/万次。

附录 A

附录 A.1

合格证

工程名称:

分部工程名称:

产品名称:

规格:

数量:

验收标准:

验收日期:

质量员:

公司(盖章):

联系人:

电话:

质量证明书

梁 号					
数 量		构件尺寸 (长*宽*高)			
钢 筋 质 量		预埋件及配件质量			
混凝土强度 (C60)		外观、外形尺寸			
验收标准					
序号	构件编号	生产日期	抗压强度报告编号 (标养/同养)	强度 代表值 (MPa)	试验 结果
质量员		填表日期			
检验结论	合格				
<p>供货单位 (盖章):</p> <p style="margin-left: 200px;">日 期: 2023 年 06 月 29 日</p>					

注: 本表由预制混凝土构件供货单位提供, 供货单位、采购单位各保存一份。

附录 A.3

预制轨道梁钢筋质量验收记录

验收表一

工程名称			单位（子单位） 工程名称				
分部（子分部） 工程名称			梁号				
安装日期			检查日期				
验收标准							
项目		允许偏差（mm）	实测值（mm）				检查结果
绑扎 钢筋网	长、宽						
	网眼尺寸						
绑扎 钢筋 骨架	长						
	宽、高						
纵向 受力 钢筋	间距						
	排距						
纵向受力 钢筋及箍筋 保护层厚度							
绑扎箍筋、横向 钢筋间距							
预埋件	中心线位 置						
	水平 高差						
检查结论							
记录人：		质量员：			项目技术负责人：		

预制轨道梁模板质量验收记录

验收表二

工程名称		单位（子单位） 工程名称				
分部（子分部）工程名称		梁号				
安装日期		检查日期				
验收标准						
项目	允许 偏差（mm）	实测值（mm）				检查结果
全长						合格
梁长						合格
宽						合格
高						合格
曲线矢高						合格
截面内部尺寸						合格
底模上表面 标高						合格
相邻两板表面 高低差						合格
表面平整度						合格
检查结论						
记录人：	质量员：	项目技术负责人：				

附录 A.5

预制轨道梁张拉质量验收记录

验收表三

工程名称				单位 (子单 位) 工程名称	
分部(子分 部) 工程 名称				梁号	
施工日期				检查日期	
验收标准					
张拉束编号	设计值		实测值		验收结果
	控制力 KN	伸长值 cm	拉力 KN	伸长值 cm	
					合格
					合格
					合格
					合格
					合格
					合格
					合格
					合格
					合格
					合格
检查结论					
记录人:	质量员:		项目技术负责人:		

预制轨道梁压浆和封端质量验收记录

验收表四

工程名称		单位（子单位） 工程名称				
分部（子分部）工程名称		梁号				
施工日期		检查日期				
验收标准						
项目	验收内容					验收结果
	灌浆压力 (MPa)	浆体材料	水胶比	冒浆情况	浆体用量 (m ³)	
压浆						合格
						合格
						合格
						合格
						合格
						合格
						合格
						合格
						合格
						合格
封端						合格
检查结论						
记录人：	质量员：	项目技术负责人：				

附录 A.7

预制轨道梁成型质量验收表

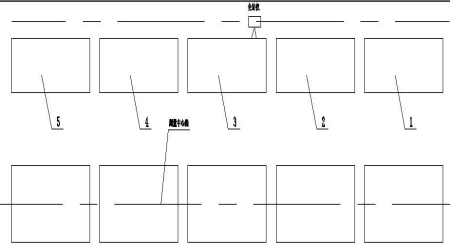
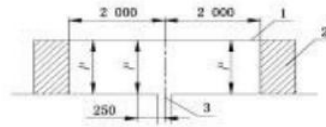
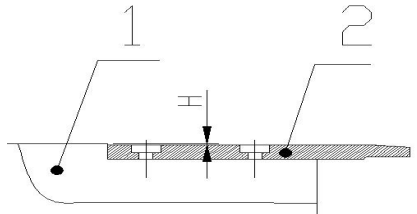
验收表五

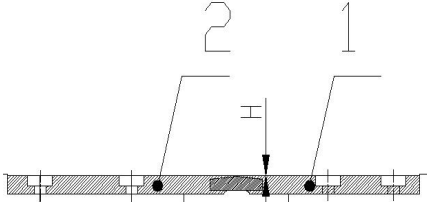
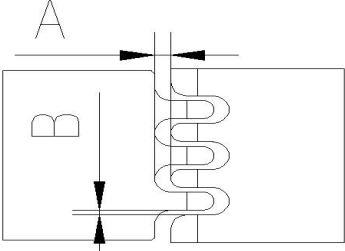
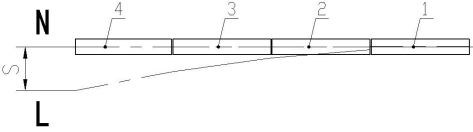
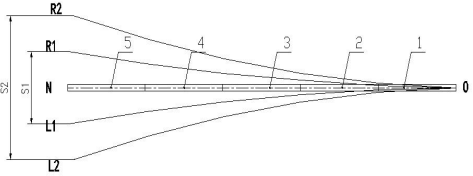
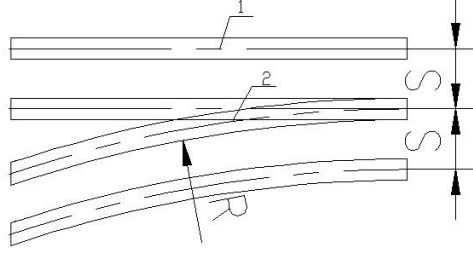
工程名称		单位（子单位）工程名称					
分部（子分部）工程名称		梁号					
生产日期		检查日期					
验收标准							
预制构件的规格							
预制构件强度等级 (C60) Mpa		标养			同养		
压浆	抗折强度 (≥ 10) Mpa				抗压强度 (M50)Mpa		
封端抗压强度 (C50) Mpa		标养					
项目		允许偏差 (mm)	实测值 (mm)				验收结果
梁长							合格
梁宽	端部						合格
	中部						合格
	腰部						合格
跨度							合格
端面倾斜角							合格
局部不平度							合格
外观质量							
预制构件的标识							
验收结论							
记录人：		质量员：			项目技术负责人：		

附录 B

附录 B.1

附表 1 道岔出厂验收表

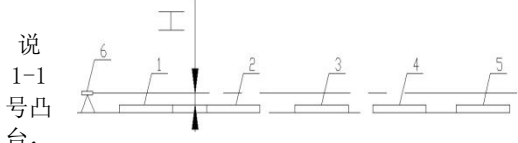
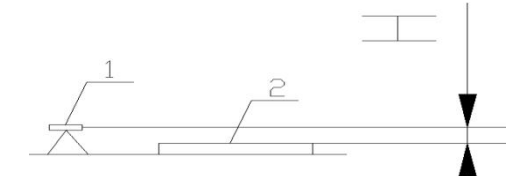
序号	项目	测量方法		示意图	允许偏差
1	总长	道岔梁直线状态下测定		关节型道岔由多节梁体组成。	±10mm
2	道岔梁走行面的高低偏差	整体高低偏差	直线状态下,用水平仪或全站仪测定梁体走行面中心线,沿梁长方向的连接部高度H,然后计算出高度偏差 Δh	 <p>说明: 1. 图示关节型单开道岔由 4 节梁组成,关节型三/五开道岔由 5 节梁组成。 2. $\Delta h = H_{max} - H_{min}$ (H_{max} 表示测量最大值, H_{min} 表示测量最小值)</p>	8.8mm/ 22000m
		局部高度偏差	直线位置时,相对走行面连接部的 4000mm,测定图示 P	 <p>说明: 1——钢丝弦; 2——等高基准块; 3——走行面连接中心。</p>	3mm/ 4000mm
3	指形板错台偏差	道岔梁的走行面、侧面与安装的指形板高差	测定指形板安装位置的图中 H	 <p>说明: 1-PC 梁或道岔梁, 2-指形板</p>	< 2mm

		指形板错台偏差	测定相邻指形板啮合错台偏差 H	 <p>说明： 1-指形板 1，2-指形板 2</p>	$< 2\text{mm}$
		指形板指齿间隙	测定相邻指形板的啮合间隙 A 和 B		$A=15\sim 35\text{mm}$ $B=8\sim 15\text{mm}$
4	转辙量	道岔从 N 位转辙到 R 或 L 为时，道岔活动端移动的距离 S_1 和 S_2 (S_1 表示三开位置； S_2 表示五开位置)	单开道岔		$S \pm 3\text{mm}$
		三/五开道岔	 <p>说明： 1-1号梁 2-2号梁 3-3号梁 4-4号梁 5-5号梁</p>	$S_1 \pm 3\text{mm}$ $S_2 \pm 3\text{mm}$	
		平移型单开道岔	 <p>说明：1-直线梁 2-曲线梁</p>	$S \pm 3\text{mm}$	
5	转辙时间	转辙时间为接收转辙命令到送出位置表示信号的时间 T	单开道岔	转辙 2400mm	$T_1 \leq 15\text{s}$
			三/五开道岔	转辙 2375mm、2400mm 转辙 4775mm 转辙 9550mm	$T_1 \leq 15\text{s}$ $T_2 \leq 25\text{s}$ $T_3 \leq 45\text{s}$

			平移型单开道岔	转辙 2400mm 其他转辙量	$T_1 \leq 15s$ 按设计要求
6	接地电阻值	道岔台车、电机壳体等 裸露的金属构件	接地电阻测试仪		$< 4 \Omega$
7	工作电流应	转辙电机、锁定电机的工作 电流	钳形电流表或万用表	工作电流 $I < \text{额定电流 } I_{\text{额}}$	
8	道岔表示信号	道岔正常转辙时, 检查信号控制柜的表示信号是否与道 岔动作一致		N 位 → 解锁到位 → 道岔转辙 → 转辙到 R/L 位 → 锁定到位 → 重新解锁到位 → 道岔转 辙 → 转辙到 N 位 → 锁定到位	无偏差

附录 B.2

附表 2 道岔工程预验收表

序号	项目	检查项目	检查方法	示意图	允许偏差
1	道岔凸台	预埋底板	用全站仪或水平仪测量道岔底板的安装整体平面高度 H，然后计算平面度偏差	 <p>说明： 1-1 号凸台，2-2 号凸台，3-3 号凸台，4-4 号凸台，5-5 号凸台，6-全站仪</p>	整体平面度 $\leq 2\%$
			用全站仪或水平仪依次测量单个道岔底板的安装平面高度 H，然后计算平面度偏差	 <p>说明： 1-全站仪或水平仪，2-凸台</p>	$\leq 2\text{mm}$
			用敲击的方法检查预埋底板和道岔凸台是否连接结实，不得存空洞和缝隙		无偏差
2	道岔高程偏差	岔前点 岔后点	利用预留基准点，测量道岔梁与 PC 梁点指形板啮合点坐标值		$\pm 2\text{mm}$
4	接口偏差	道岔梁与 PC 梁的接口 尺寸偏差	测量道岔梁定端、活动端和 PC 梁端的接口尺寸偏差	平移型单开道岔梁两端到 PC 梁间隙值均为 160mm。其他类型道岔间隙值应参考 GB/T50458 中 8.5.4 条款。	0~10mm
5	限界偏差	道岔与建筑、车辆等限界值		应满足线路设计要求	无偏差
6	智能运维系统	智能运维系统与智能运维平台通信		应满足设计要求	无偏差
7	联调	道岔和信号、车辆等相关系统的接口功能		应满足设计要求	无偏差
8	安装螺栓	各重要位置的连接螺栓的拧紧力		应满足 GB/T3098.1 或设计要求的预紧力	无偏差